

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Emil Nai Hong Lai et al.  
Serial No. : Not Yet Assigned  
Filed : October 31, 2003  
Title : Axial-Gap Motor

Art Unit : Unknown  
Examiner : Unknown

**Mail Stop Patent Application**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT UNDER 35 USC §119

Applicant hereby confirms his claim of priority under 35 USC §119 from PCT application serial no. PCT/JP02/00846, filed February 1, 2002. A certified copy of each application from which priority is claimed is submitted herewith.

Please apply any charges or credits to Deposit Account No. 06-1050.

Respectfully submitted,

Date: 10-31-03

Y. Rocky Tsao  
Y. Rocky Tsao  
Reg. No. 34,053

Fish & Richardson P.C.  
225 Franklin Street  
Boston, MA 02110-2804  
Telephone: (617) 542-5070  
Facsimile: (617) 542-8906

20748152.doc

CERTIFICATE OF MAILING BY EXPRESS MAIL

Express Mail Label No. EL983026731US

October 31, 2003  
Date of Deposit

# 日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類は下記の出願書類の謄本に相違ないことを証明する。  
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application: 2002年 2月 1日

出 願 番 号

Application Number: PCT/JPO2/00846

出 願 人

Applicant (s):

株式会社資源開発社

ライ エミール ナイホン

胡 暁子

永井 一弘

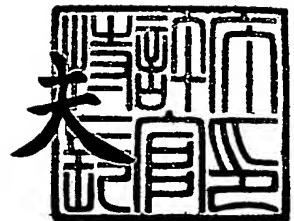
松山 數廣

松山 敦史

2003年 10月 3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証平 15-500278

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号.	PCT/JP02/00846
0-2	国際出願日	01.02.02
0-3	(受付印)	PCT International Application 日本国特許庁
0-4	様式-PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際 出願願書は、 0-4-1 右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.92 (updated 01.01.2002)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許 協力条約に従って処理されるこ とを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理 官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	01S1692P
I	発明の名称	アキシアルギャップ電動機
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人で ある。	米国を除くすべての指定国 (all designated States except US)
II-4ja	名称	株式会社資源開発社
II-4en	Name	KABUSHIKI KAISHA SHIGEN KAIHATSU SHA
II-5ja	あて名:	100-0005 日本国 東京都 千代田区 丸の内一丁目1番3号A I Gビル9階
II-5en	Address:	9th floor, AIG building, 1-3, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005 Japan
II-6	国籍 (国名)	日本国 JP
II-7	住所 (国名)	日本国 JP
II-8	電話番号	03-3722-8434
II-9	ファクシミリ番号	03-3722-8434

III-1	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-1-1	この欄に記載した者は	
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	
III-1-4j a	氏名(姓名)	
III-1-4e n	Name (LAST, First)	
III-1-5j a	あて名:	
III-1-5e n	Address:	
III-1-6	国籍 (国名)	
III-1-7	住所 (国名)	
III-2	その他の出願人又は発明者	
III-2-1	この欄に記載した者は	
III-2-2	右の指定国についての出願人である。	
III-2-4j a	氏名(姓名)	
III-2-4e n	Name (LAST, First)	
III-2-5j a	あて名:	
III-2-5e n	Address:	
III-2-6	国籍 (国名)	
III-2-7	住所 (国名)	
III-3	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-3-1	この欄に記載した者は	
III-3-2	右の指定国についての出願人である。	
III-3-4j a	氏名(姓名)	
III-3-4e n	Name (LAST, First)	
III-3-5j a	あて名:	
III-3-5e n	Address:	
III-3-6	国籍 (国名)	
III-3-7	住所 (国名)	

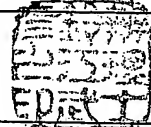


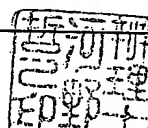
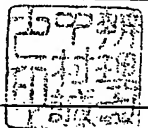
III-4	その他の出願人又は発明者	
III-4-1	この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-4-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-4-4j a	氏名 (姓名)	松山 数廣
III-4-4e n	Name (LAST, First)	MATSUYAMA, Kazuhiro
III-4-5j a	あて名:	100-0005 日本国 東京都 千代田区 丸の内一丁目1番3号A I Gビル9階 株式会社資源開発社内
III-4-5e n	Address:	c/o KABUSHIKI KAISHA SHIGEN KAIHATSU SHA, 9th floor, AIG building, 1-3, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005 Japan
III-4-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-4-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-5	その他の出願人又は発明者	
III-5-1	この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-5-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-5-4j a	氏名 (姓名)	松山 敦史
III-5-4e n	Name (LAST, First)	MATSUYAMA, Atsushi
III-5-5j a	あて名:	100-0005 日本国 東京都 千代田区 丸の内一丁目1番3号A I Gビル9階 株式会社資源開発社内
III-5-5e n	Address:	c/o KABUSHIKI KAISHA SHIGEN KAIHATSU SHA, 9th floor, AIG building, 1-3, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005 Japan
III-5-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-5-7	住所 (国名)	日本国 JP
IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。	代理人 (agent)
IV-1-1ja	氏名 (姓名)	鈴江 武彦
IV-1-1en	Name (LAST, First)	SUZUYE, Takehiko
IV-1-2ja	あて名:	100-0013 日本国 東京都 千代田区 霞が関3丁目7番2号 鈴栄特許綜合法律事務所内
IV-1-2en	Address:	c/o SUZUYE & SUZUYE, 7-2, Kasumigaseki 3-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0013 Japan
IV-1-3	電話番号	03-3502-3181
IV-1-4	ファクシミリ番号	03-3501-5663

IV-2	その他の代理人	筆頭代理人と同じあて名を有する代理人 (additional agent(s) with same address as first named agent)	
IV-2-1ja	氏名	村松 貞男; 橋本 良郎; 河野 哲; 中村 誠	
IV-2-1en	Name(s)	MURAMATSU, Sadao; HASHIMOTO, Yoshiro; KOHNO, Akira; NAKAMURA, Makoto	
V	国の指定		
V-1	広域特許 (他の種類の保護又は取扱いを 求める場合には括弧内に記載す る。)	AP: GH GM KE LS MW MZ SD SL SZ TZ UG ZM ZW 及びハラレプロトコルと特許協力条約の締約国である 他の国 EA: AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM 及びユーラシア特許条約と特許協力条約の締約国である 他の国 EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE TR 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である 他の国 OA: BF BJ CF CG CI CM GA GN GQ GW ML MR NE SN TD TG 及びアフリカ知的所有権機構と特許協力条約の締約国 である他の国	
V-2	国内特許 (他の種類の保護又は取扱いを 求める場合には括弧内に記載す る。)	AE AG AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY BZ CA CH&LI CN CO CR CU CZ DE DK DM DZ EC EE ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MA MD MG MK MN MW MX MZ NO NZ OM PH PL PT RO RU SD SE SG SI SK SL TJ TM TN TR TT TZ UA UG US UZ VN YU ZA ZM ZW	
V-5	指定の確認の宣言 出願人は、上記の指定に加えて、 規則4.9(b)の規定に基づき、 特許協力条約のもとで認められ る他の全ての国の指定を行う。 ただし、V-6欄に示した国の指 定を除く。出願人は、これらの 追加される指定が確認を条件と していること、並びに優先日か ら15月が経過する前にその確認 がなされない指定は、この期間 の経過時に、出願人によって取 り下げられたものとみなされる ことを宣言する。		
V-6	指定の確認から除かれる国	なし (NONE)	
VI	優先権主張	なし (NONE)	
VII-1	特定された国際調査機関 (ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	-	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国 際出願日における出願人の資格 に関する申立て	-	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国 際出願日における出願人の資格 に関する申立て	-	
VIII-4	発明者である旨の申立て (米国 を指定国とする場合)	-	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性 喪失の例外に関する申立て	-	

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本（出願用） - 印刷日時 2002年02月01日 (01.02.2002) 金曜日 12時58分29秒

01S1692P

IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書（申立てを含む）	6	-
IX-2	明細書	28	-
IX-3	請求の範囲	4	-
IX-4	要約	1	EZABST00.TXT
IX-5	図面	14	-
IX-7	合計	53	-
	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-8	手数料計算用紙	✓	-
IX-9	個別の委任状の原本	✓	-
IX-17	PCT-EASYディスク	-	フレキシブルディスク
IX-18	その他	納付する手数料に相当する 特許印紙を貼付した書面	-
IX-19	要約書とともに提示する図の番号	1	
IX-20	国際出願の使用言語名:	日本語	
X-1	提出者の記名押印		
X-1-1	氏名(姓名)	鈴江 武彦	
X-2	提出者の記名押印		
X-2-1	氏名(姓名)	村松 貞男	
X-3	提出者の記名押印		
X-3-1	氏名(姓名)	橋本 良郎	
X-4	提出者の記名押印		
X-4-1	氏名(姓名)	河野 哲	
X-5	提出者の記名押印		
X-5-1	氏名(姓名)	中村 誠	

## 受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類 の実際の受理の日	01.02.02
10-2	図面:	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類 を補完する書類又は図面であつ てその後期間内に提出されたも のの実際の受理の日（訂正日）	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づ く必要な補完の期間内の受理の 日	
10-5	出願人により特定された国際調 査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際 調査機関に調査用写しを送付し ていない	

## 国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

## 明 細 書

## アキシシャルギャップ電動機

## 技術分野

本発明は、ステータにアキシシャルギャップを介して設けられたロータを、電磁反発力を利用して回転させるアキシシャルギャップ電動機に関する。

## 背景技術

アキシシャル方向にギャップが存在するアキシシャルギャップ電動機が知られている。

また、このようなアキシシャルギャップ電動機には、永久磁石ユニットを用い且つブラシレスで構成したものが多く製作されるようになってきている。

かかる電動機は、永久磁石ユニットを用いることで省エネルギーを達成し、ブラシレスを採用することでメンテナンスフリーを実現している。

このような電動機において、一般に、回転トルクは、ロータとステータとの間で生成される回転磁界で得るものが多い。このため、永久磁石ユニットを用いて省エネルギーを図ったとしても、回転磁界を生成する必要がある。このため、この回転磁界の生成に要するエネルギーの節減が、電動機としての省エネルギーの達成のキーとなっている。

## 発明の開示

本発明の目的は、省エネルギーを達成し得るアキシシャルギャップ電動機を提供することにある。

上記目的は、次のようなアキシシャルギャップ電動機によ

り達成される。本発明は、ステータフレームと、

このステータフレームに配置された複数の電磁石ユニットと、

前記ステータフレームと所定の距離を存して設けられたロータフレームと、

このロータフレームに設けられるものであって、前記電磁石ユニットと所定のアキシアルギャップを介して対向し、且つ、ラジアル方向に見たとき、前記電磁石ユニットの磁場中心線と所定角度で交差する磁場中心線を有する複数の永久磁石ユニットと、

前記電磁石ユニットと前記永久磁石ユニットとの相対位置を検出するセンサユニットと、

このセンサユニットの出力に基づき、前記電磁石ユニットの磁極と前記永久磁石ユニットの磁極とが略対向する位置から前記永久磁石ユニットが所定角度に至ったことを検出し、該検出角度から所定角度だけ、前記電磁石ユニットの磁極と前記永久磁石ユニットの磁極とが電磁反発するように前記電磁石ユニットに励磁電流を供給する駆動ユニットと

を具備するアキシアルギャップ電動機、である。

本発明によれば、電磁石ユニットの磁場中心線と永久磁石ユニットの磁場中心線とが所定角度で交差するように、電磁石ユニット及び永久磁石ユニットを配置して、電磁石ユニットの磁極と永久磁石ユニットの磁極とが略対向する位置から前記永久磁石ユニットが所定角度に至り、該角度

から所定角度だけ電磁石ユニットの磁極と永久磁石ユニットの磁極とが電磁反発するように電磁石ユニットに励磁電流を供給することで、永久磁石ユニット及びロータフレームを回転させることができる。

前述した構成のアキシアルギャップ電動機において、好ましくは、前記駆動ユニットは、 $\theta 11 + \theta 12 + \theta 13 = 360^\circ$  / ロータ極数としたとき、前記  $\theta 11$  は前記電磁石ユニットと前記永久磁石ユニットとが接近した状態における前記励磁電流の非供給期間、前記  $\theta 12$  は前記励磁電流の供給期間であって、前記電磁石ユニットの磁場と前記永久磁石ユニットの磁場とが反発するように設定されている、前記  $\theta 13$  は前記励磁電流の非供給期間となるように、前記検出ユニットの出力に基づき前記電磁石ユニットに励磁電流を供給する手段を具備することができる。

前述した構成のアキシアルギャップ電動機において、好ましくは、前記駆動ユニットは、 $\theta 21 + \theta 22 + \theta 23 + \theta 24 = 360^\circ$  / ロータ極数としたとき、前記  $\theta 21$  は前記電磁石ユニットと前記永久磁石ユニットとが接近した状態における前記励磁電流の非供給期間、前記  $\theta 22$  は前記励磁電流の供給期間であって電磁反発する期間、前記  $\theta 23$  は前記励磁電流の非供給期間、前記  $\theta 24$  は前記励磁電流の供給期間であって電磁吸引する期間となるように、前記検出ユニットの出力に基づき前記電磁石ユニットに励磁電流を供給する手段を具備することができる。

前述した構成のアキシアルギャップ電動機において、好

ましくは、前記複数の電磁石ユニット夫々は磁極面を有し、該磁極面はアキシャル方向を向くように設定することができる。

前述した構成のアキシャルギャップ電動機において、好ましくは、前記複数の電磁石ユニット夫々は、周方向に沿って、等間隔、非等間隔又は等間隔と非等間隔とを組み合わせさせてステータフレームに配置することができる。

前述した構成のアキシャルギャップ電動機において、好ましくは、前記複数の電磁石ユニット夫々は、ラジアル方向に沿って、1段又は2段以上にステータフレームに配置することができる。

前述した構成のアキシャルギャップ電動機において、好ましくは、前記複数の電磁石ユニット夫々は、I字形状コア及びU字形状コアのうち少なくとも一方と、該コアに巻かれるコイルとを具備することができる。

前述した構成のアキシャルギャップ電動機において、好ましくは、前記ロータフレームは、前記ステータフレームに臨む壁面と、該壁面のラジアル方向に沿って形成され且つ前記永久磁石ユニットを配置する複数の溝とを有することができる。

前述した構成のアキシャルギャップ電動機において、好ましくは、前記複数の永久磁石ユニット夫々は磁極面を有し、該磁極面はアキシャル方向を向くように設定することができる。

前述した構成のアキシャルギャップ電動機において、好

ましくは、複数の永久磁石ユニット夫々は、周方向に沿って配置され且つ隣り合う磁極が、互いに同極、異極又は同極と異極との組合せとなるように且つ等間隔、非等間隔又は等間隔と非等間隔とを組み合わせるロータフレームに配置することができる。

前述した構成のアキシャルギャップ電動機において、好ましくは、複数の永久磁石ユニット夫々は、周方向に沿って配置され且つ隣り合う磁極が、互いに同極、異極又は同極と異極との組合せとなるように且つ1段又は2段以上にロータフレームに配置することができる。

前述した構成のアキシャルギャップ電動機において、好ましくは、更に、前記ロータフレームに連結されるシャフトと、

このシャフトを支持するベアリングと、

このベアリングが設けられるベースと

を具備することができる。

前述した構成のアキシャルギャップ電動機において、好ましくは、更に、前記ロータフレームに配置されるフライホイールを具備することができる。

前述した構成のアキシャルギャップ電動機において、好ましくは、更に、前記ステータフレームにおける前記ロータフレームと反対側に、所定の距離を存して設けられる別のロータフレームと、該ロータフレームに前記永久磁石ユニットと所定のアキシャルギャップを介して設けられる複数の電磁石ユニットとを具備することができる。

前述した構成のアキシャルギャップ電動機において、好ましくは、更に、前記ロータフレームと前記シャフトとを一体及び分離する機構を具備することができる。

前述した構成のアキシャルギャップ電動機において、好ましくは、更に、前記シャフトの回転を変速する変速ギヤを具備することができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明に係るアキシャルギャップ電動機の一実施形態を示す断面図。

図 2 は、同実施形態の斜視図。

図 3 は、アキシャル方向に見たステータ部の構成図。

図 4 は、アキシャル方向に見たロータ部の構成図。

図 5 は、ロータ側の永久磁石ユニットの磁場方向とステータ側の電磁石ユニットの磁場方向との交差を示す図。

図 6 は、同実施形態における電気回路を示す図。

図 7 は、同実施形態における電磁石ユニットの回路図。

図 8 は、同実施形態における電磁石ユニットの励磁の一例を示す図。

図 9 は、同実施形態における 4 つの磁石ユニットの励磁電流の波形図。

図 10 は、同実施形態における電磁石ユニットの励磁の他の例を示す図。

図 11 は、同実施形態におけるアキシャル方向に見たステータ部の他例の構成図。

図 12 は、同実施形態におけるアキシャル方向に見たロ

ータ部の他例の構成図。

図 1 3 は、同実施形態におけるアキシアル方向に見たステータ部の他例の構成図。

図 1 4 は、同実施形態におけるアキシアル方向に見たロータ部の他例の構成図。

図 1 5 は、本発明に係るアキシアルギャップ電動機の実施形態を示す断面図。

図 1 6 は、同実施形態におけるアキシアル方向に見たステータ部の一例の構成図。

図 1 7 A ～ 図 1 7 E は、本発明のアキシアルギャップ電動機における I 字形状コアを用いた電磁石ユニットの形態を示す図。

図 1 8 A 及び図 1 8 B は、本発明のアキシアルギャップ電動機における U 字形状コアを用いた電磁石ユニットの形態を示す図。

図 1 9 は、本発明のアキシアルギャップ電動機における他の実施形態を示す断面図。

図 2 0 は、本発明に係るアキシアルギャップ電動機のさらに他の実施形態を示すものであって、ロータ側の永久磁石ユニットの磁場方向とステータ側の電磁石ユニットの磁場方向との交差を示す図。

発明を実施するための最良の態様

以下、本発明の実施の形態を説明する。

図 1 は本発明に係るアキシアルギャップ電動機の一実施形態を示す断面図である。

本実施形態のアキシャルギャップ電動機は、図 1 に示すように、ステータとロータとがアキシャルギャップを介して対向配置されており、ロータ側の永久磁石の磁極に、同極のステータ側の電磁石を作用させて電磁反発力を発生させ、この電磁反発力によりロータと、シャフトとを回転させる電動機である。

本実施形態のアキシャルギャップ電動機は、シャフト 14 と、ベース 10 に設けられたステータフレーム 12 と、このステータフレーム 12 に配置された複数の電磁石ユニット 19 と、シャフト 14 及びベース 10 に設けられたベアリング 11 A, 11 B と、ステータフレーム 12 に対向しつつ回転するように、シャフト 14 のアキシャル方向 300 の中間部に設けられたロータフレーム 13 と、このロータフレーム 13 に設けられた複数の永久磁石ユニット 18 とを有する。ここに、永久磁石ユニット 18 と電磁石ユニット 19 とは、所定のアキシャルギャップを介して対向している。

また本実施形態のアキシャルギャップ電動機は、電磁石ユニット 19 と永久磁石ユニット 18 との相対位置を検出するロータリエンコーダ 17 と、このロータリエンコーダ 17 の出力に基づき電磁石ユニット 19 に励磁電流を供給する駆動ユニット 22 とを具備する。

かかる構成の下、ステータ側の電磁石ユニット 19 の磁極中心を通る磁場中心線と、ロータ側の永久磁石ユニット 18 の磁極中心を通る磁場中心線とが例えば 50 度で交差

している。

以下、図 1 乃至図 4 を参照して本実施形態のアキシアルギャップ電動機を詳細に説明する。

図 1 及び図 2 に示すように、本実施形態のアキシアルギャップ電動機は、ベース 10 を有する。ベース 10 は、第 1 壁板 10 A と、この第 1 壁板 10 A に離間し且つ向かい合う第 2 壁板 10 B と、第 1 壁板 10 A 及び第 2 壁板 10 B 夫々の一端部を連結する底板 10 C とからなる。

このベース 10 は、鋳物による一体物又は、板状の第 1 壁板 10 A、第 2 壁板 10 B 及び底板 10 C を夫々製作し、溶接又はネジにより三者を組み立てることにより、製作され得る。

ベース 10 の第 1 壁板 10 A 及び第 2 壁板 10 B 夫々の他端部には、ベアリング 11 A、11 B の静止部が固定されている。

ステータフレーム 12 は、図 3 に示すように、穴 16 を有する。ステータフレーム 12 は、鋳物による一体物又は板材の加工等により製作され得る。

第 1 壁板 10 A に設けたベアリング 11 A の回転部と、第 2 壁板 10 B に設けたベアリング 11 B の回転部とには、シャフト 14 が挿通されている。シャフト 14 のアキシアル方向 300 の中間部には、図 4 に示すロータフレーム 13 が嵌入されている。

また、ロータフレーム 13 とシャフト 14 とには、ピン 20 が嵌め込まれ、ロータフレーム 13 をシャフト 14 に

固定している。

これにより、ステータフレーム 12 に対向するようにロータフレーム 13 が設けられた構造となっている。

このシャフト 14 の一端部は、この電動機の出力軸であり、他端部にはセンサユニットであるロータリエンコーダ 17 の円盤 17A が嵌め込まれている。ロータリエンコーダ 17 の検出部 17B は、ステータフレーム 12 に設けられている。

ロータリエンコーダ 17 は、円盤 17A に形成されたスリットや光反射部材等を、検出部 17B に内蔵された光送受信素子により検出し、リード線 17C に電気信号を出力する。

このようにロータリエンコーダ 17 は、永久磁石ユニット 18 と電磁石ユニット 19 との相対位置を検出することができ、具体的には、ロータフレーム 13 の回転位置、ひいてはロータフレーム 13 に設けられた永久磁石ユニット 18 (18A、18B、18C 及び 18D) の磁極の相対位置を検出する。

なお、本例における永久磁石ユニット 18 は、周方向 302 及びラジアル方向 301 に沿って配置され且つ隣り合う磁極が互いに異極となるようにロータフレーム 13 に配置されている。

なお、センサユニットとしては、上述した光学式ロータリエンコーダのほかに、磁気を用いた例えばホール素子等により、永久磁石ユニット 18 と電磁石ユニット 19 との

相対位置を検出することができる。

ロータフレーム 13 は、図 4 に示すように、円盤状をなしている。ロータフレーム 13 は、鋳物による一体物又は、板材の加工等により製作され得る。

ロータフレーム 13 のステータフレーム 12 に対向する側には、周方向に  $360^\circ / 4 = 90^\circ$  間隔でラジアル方向 301 に永久磁石ユニット 18 を取り付けるための溝 15 が形成されている。

従って、図 4 に示すように、溝 15 は周方向 302 且つラジアル方向 301 に沿って 4 ヶ所形成されている。

永久磁石ユニット 18 は、溝 15 内に配置されるが、その固定法は、ピン止め機構、ネジ止め機構や樹脂による固定等、各種の固定法を採用することができる。

また、ロータフレーム 13 に形成される溝 15 の形状を工夫することにより、永久磁石ユニット 18 の飛び出しを抑制することができる。

この場合、溝 15 内における永久磁石ユニット 18 の向きを変えることができる機構を付設することにより、永久磁石ユニット 18 の向きを適宜変えて、本実施形態の電動機における電磁反発力が効果的に作用する位置を選定することができる。

また、形状が異なる永久磁石ユニット 18 を溝 15 内に配置することにより、本実施形態の電動機における電磁反発力が効果的に作用する条件を設定することができる。

また、ロータフレーム 13 には、フライホイール 21 が

取り付けられている。このフライホイール 21 は、円滑な回転に寄与する機能を有するものであり、必要に応じて設置することができる。もっとも、極数が小さい場合は円滑な回転を得るために、設置することが好ましい。

ステータフレーム 12 には、電磁石ユニット 19 (19 A、19 B、19 C 及び 19 D) が設置され、これらのリード線 19 E は、ベース 10 の外部に導出されている。

一方、図 5 に示すように、電磁石ユニット 19 の磁場中心線 200 と永久磁石ユニット 18 の磁場中心線 201 とは、角度  $\theta$  で交差している。

この例の場合、電磁石ユニット 19 の磁場中心線は、シャフト 14 のアキシャル方向に一致している。なお、 $\theta$  は、永久磁石ユニット 18 の磁場と電磁石ユニット 19 の磁場とが効果的に反発し合う位置であり、発明者らは、 $\theta$  を例えば  $50^\circ$  としている。

従って、通常のアキシャルギャップ電動機では、ロータ側磁極とステータ側の磁極とが対向しているが、本実施形態ではロータ側磁極とステータ側の磁極とが非対向となっていることが特徴である。

次に、図 6 乃至図 9 を参照して本実施形態のアキシャルギャップ電動機の電気システムについて説明する。

図 6 は、本実施形態のアキシャルギャップ電動機の電気回路図であり、電磁石ユニット 19 は、駆動ユニット 22 のスイッチング部 22 A から出力される励磁電流により駆動される。

スイッチング部 22 A は、制御部 22 B からのスイッチング制御信号によりスイッチング制御される。制御部 22 B は、ロータリエンコーダ 17 からの信号を入力する。

スイッチング部 22 A は、交流電源 23 を入力して直流を生成し、該直流を半導体スイッチング素子によりスイッチング又はチョッピングすることで、電磁石ユニット 19 に与える励磁電流を生成する。

この励磁電流は、 $(360^\circ / \text{ロータ極数}) \times 2$  の周期のパルス波形であり、各電磁石ユニットそれぞれに供給される。

また、電磁石ユニット 19 は 4 ケ設けてあり、図 7 のようにコイルが接続されている。

駆動ユニット 22 は、ロータリエンコーダ 17 の出力に基づき、電磁石ユニット 19 の磁極と永久磁石ユニット 18 の磁極とが略対向する位置から永久磁石ユニット 18 が角度  $\theta_1$  に至ったことを検出し、該角  $\theta_1$  から角度  $\theta_2$  だけ、電磁石ユニット 19 の磁極と永久磁石ユニット 18 の磁極とが電磁反発するように電磁石ユニット 19 に励磁電流を供給する構成である。

さらに具体的に説明すると、図 8 に示すように、駆動ユニット 22 は、 $\theta_{11} + \theta_{12} + \theta_{13} = 360^\circ / \text{周方向のロータ極数}$ （本例の場合は極数は 4）としたとき、 $\theta_{11}$  は電磁石ユニット 19 と永久磁石ユニット 18 とが接近した状態における励磁電流の非供給期間、 $\theta_{12}$  は励磁電流の供給期間であって電磁石ユニット 19 の磁場と永久磁

石ユニット 18 の磁場とが反発するように設定されている、 $\theta 13$  は励磁電流の非供給期間となるように、ロータリエンコーダ 17 の出力に基づき電磁石ユニット 19 に励磁電流を供給する構成である。

図 8 に示す励磁法を、ロータ側が一定方向に  $360^\circ / \text{ロータ極数 } 4 = 90^\circ$  回転する経緯を説明する。

図 8 において、ロータ側の永久磁石ユニット 18 と、ステータ側の電磁石ユニット 19 とが最接近した位置、つまりロータ側の永久磁石ユニット 18 の磁場中心と、ステータ側の電磁石ユニット 19 の磁場中心とが最接近した位置を  $0^\circ$  とする。

このときを  $\theta 11$  の始点とすると、 $\theta 11$  の始点から終点までは、電磁石ユニット 19 に励磁電流は供給されない。従って、永久磁石ユニット 18 の磁力だけで、電磁石ユニット 19 の磁性材であるコアを吸引するだけである。

次に、ロータ側の永久磁石ユニット 18 と、ステータ側の電磁石ユニット 19 とが  $\theta 11$  の終点、つまり  $\theta 12$  の始点から終点まで期間では、電磁石ユニット 19 に励磁電流が供給される。

この場合、永久磁石ユニット 18 が S 極であると、電磁石ユニット 19 も S 極となるように、励磁電流及び電磁石ユニット 19 のコイル巻回方向が設定されている。従って、永久磁石ユニット 18 と電磁石ユニット 19 とが共に S 極であることによる電磁反発力は、前記非励磁時の吸引力に打ち勝って、永久磁石ユニット 18 及びロータフレーム 1

3を一定方向に回転させる。

次に、ロータ側の永久磁石ユニット18と、ステータ側の電磁石ユニット19とが $\theta 12$ の終点、つまり $\theta 13$ の始点から終点までの期間では、電磁石ユニット19に励磁電流は供給されない。この期間は、フライホイール21の慣性力等により、永久磁石ユニット18及びロータフレーム13を一定方向に回転させる。

以上の励磁法を、ロータ側が $90^\circ$ 回転する毎に、その極性を反転させて各電磁石ユニット19に適用することにより、永久磁石ユニット18及びロータフレーム13を連続的に一定方向に回転させることが可能となる。

なお、図8に示す励磁法では、 $\theta 11$ は例えば略 $20^\circ$ 、 $\theta 12$ は例えば略 $20^\circ$ 、 $\theta 13$ は例えば略 $50^\circ$ である。ここで、励磁電流の供給期間 $\theta 12$ による電磁石ユニット19の磁場と永久磁石ユニット18の磁場とによる電磁反発力が、ロータフレーム13を回転させる力となる。

図9は、電磁石ユニット19Aと、19Bと、19Cと、19Dへの励磁電流を示したものであり、電磁石ユニット19夫々に、 $360^\circ$ /周方向のロータ極数（本例の場合は極数は4）の一部の期間 $\theta 12$ だけ励磁電流を流すだけで、ロータフレーム13を電磁反発力により回転させることができる。しかも、ロータ側は永久磁石ユニットであることから、エネルギーを大きく節減している。

次に、図10を参照して図8と異なる電磁石ユニット19の励磁について説明する。図8では、電磁石ユニット1

9の磁場と永久磁石ユニット18の磁場とが電磁反発してロータフレーム13を回転させるように、電磁石ユニット19を励磁するものであった。

これに対し、図10においては、電磁反発力と電磁吸引力とをロータフレーム13の回転に用いる。すなわち、 $\theta 21 + \theta 22 + \theta 23 + \theta 24 = 360^\circ$  / 周方向のロータ極数としたとき、 $\theta 21$ は電磁石ユニット19と永久磁石ユニット18とが接近した状態における励磁電流の非供給期間、 $\theta 22$ は励磁電流の供給期間として電磁反発が発生する期間、 $\theta 23$ は励磁電流の非供給期間、 $\theta 24$ は励磁電流の供給期間として電磁吸引が発生する期間となるように、ロータリエンコーダ17の出力に基づき電磁石ユニット19に励磁電流を供給する構成である。

図10に示す励磁法を、ロータ側が一定方向に $360^\circ$  / ロータ極数 $4 = 90^\circ$ 回転する経緯を説明する。この励磁法が適用される電動機は、周方向に隣り合う永久磁石ユニット18がS極、N極というように異極となっている。

図10において、ロータ側の永久磁石ユニット18と、ステータ側の電磁石ユニット19とが最接近した位置、つまりロータ側の永久磁石ユニット18の磁場中心と、ステータ側の電磁石ユニット19の磁場中心とが最接近した位置を $0^\circ$ とする。このときを $\theta 21$ の始点とすると、 $\theta 21$ の始点から終点までは、電磁石ユニット19に励磁電流は供給されない。従って、永久磁石ユニット18の磁力だけで、電磁石ユニット19の磁性材であるコアを吸引するだ

けである。

次に、ロータ側の永久磁石ユニット 18 と、ステータ側の電磁石ユニット 19 とが  $\theta 21$  の終点、つまり  $\theta 22$  の始点から終点までの期間では、電磁石ユニット 19 に励磁電流が供給される。

この場合、永久磁石ユニット 18 が S 極であると、電磁石ユニット 19 も S 極となるように、励磁電流及び電磁石ユニット 19 のコイル巻回方向が設定されている。

従って、永久磁石ユニット 18 と電磁石ユニット 19 とが共に S 極であることによる電磁反発力は、前記非励磁時の吸引力に打ちかって、永久磁石ユニット 18 及びロータフレーム 13 を一定方向に回転させる。

次に、ロータ側の永久磁石ユニット 18 と、ステータ側の電磁石ユニット 19 とが  $\theta 22$  の終点、つまり  $\theta 23$  の始点から終点までの期間では、電磁石ユニット 19 に励磁電流は供給されない。この期間は、フライホイール 21 の慣性力等により、永久磁石ユニット 18 及びロータフレーム 13 を一定方向に回転させる。

次に、ロータ側の永久磁石ユニット 18 と、ステータ側の電磁石ユニット 19 とが  $\theta 23$  の終点、つまり  $\theta 24$  の始点から終点まで期間では、電磁石ユニット 19 に励磁電流を供給する。

この期間は、次の永久磁石ユニット 18 と電磁石ユニット 19 とが S 極、N 極であることによる電磁吸引力が、永久磁石ユニット 18 に作用し、永久磁石ユニット 18 及び

ロータフレーム 13 を一定方向に回転させる。

以上の励磁法を、極性を  $90^\circ$  毎に反転させて各電磁石ユニット 19 に適用することにより、永久磁石ユニット 18 及びロータフレーム 13 を連続的に一定方向に回転させることが可能となる。

この励磁法によれば、電磁石ユニット 19 夫々に、電磁反発に寄与する期間  $\theta 22$  と、電磁吸引に寄与する期間  $\theta 24$  だけ励磁電流を流すだけで、ロータフレーム 13 を電磁反発力及び電磁吸引により回転させることができる。

図 10 に示す励磁法では、 $\theta 21$  は例えば略  $20^\circ$ 、 $\theta 22$  は例えば略  $20^\circ$ 、 $\theta 23$  は例えば略  $30^\circ$ 、 $\theta 24$  は例えば略  $20^\circ$  である。

本発明において、複数の電磁石ユニット夫々は、ラジアル方向に沿って、1 段又は 2 段以上にステータフレームに配置される。

次に、上述した例で用いることができる電磁石ユニットの周方向配置の例を説明する。すなわち、本発明において、複数の電磁石ユニット夫々は、周方向に沿って、等間隔、非等間隔又は等間隔と非等間隔とを組み合わせるステータフレームに配置される。

次に、永久磁石ユニットの周方向配置の例を説明する。

本発明において、複数の永久磁石ユニット夫々は、周方向に沿って配置され且つ隣り合う磁極が、互いに同極、異極又は同極と異極との組合せとなるように且つ等間隔、非等間隔又は等間隔と非等間隔とを組み合わせるロータフレ

ームに配置される。

また、複数の永久磁石ユニット夫々は、周方向に沿って配置され且つ隣り合う磁極が、互いに同極、異極又は同極と異極との組合せとなるように且つラジアル方向に1段又は2段以上にてロータフレームに配置される。

次に、図11を参照して、先の例と異なるステータの構造を説明する。図11に示すように、この例では、ステータフレーム12に、ラジアル方向に1段であって、周方向に $120^\circ$ 間隔で電磁石ユニット19A、19B、19Cを配置している。

このような、ステータ構造を採用した場合、図8～図10とは異なり、ステータに関し、 $120^\circ$ 毎に、励磁電流の非供給期間、供給期間、非供給期間等を設定することになる。

次に、図12を参照して、先の例と異なるロータの構造を説明する。図12に示すように、この例では、ロータフレーム13に、永久磁石ユニット18（18A、18B）を周方向に沿って $180^\circ$ 間隔で溝15内に配置し、且つ隣り合う磁極が互いに異極となるようにしている。

このような、ロータ構造を採用した場合、図8～図10とは異なり、ロータに関し $180^\circ$ 毎に、励磁電流の非供給期間、供給期間、非供給期間等を設定することになる。

次に、図13を参照して、先の例と異なるステータの構造を説明する。図13に示すように、この例では、ステータフレーム12に、ラジアル方向に2段であって、周方向

に  $90^\circ$  間隔で電磁石ユニット 19 (19 A、19 B、19 C、19 D、19 E、19 F、19 G、19 H) を配置している。

ここで、電磁石ユニット 19 A と 19 E との対、電磁石ユニット 19 B と 19 F との対、電磁石ユニット 19 C と 19 G との対、電磁石ユニット 19 D と 19 H との対を、図 3 における電磁石ユニット 19 A、19 B、19 C、19 D とに対応させると、図 8 ～ 図 10 と同様に、ステータに関し、 $90^\circ$  毎に、励磁電流の非供給期間、供給期間、非供給期間等を設定することになる。

もちろん、上述した電磁石ユニットの対を設定しない場合は、図 8 ～ 図 10 と異なる、ステータに関し、 $90^\circ$  毎に、励磁電流の非供給期間、供給期間、非供給期間等を設定することになる。

次に、図 14 を参照して、先の例と異なるロータの構造を説明する。図 14 に示すように、この例では、ロータフレーム 13 に、ラジアル方向に 2 段であって、永久磁石ユニット 18 (18 A、18 B、18 C、18 D、18 E、18 F、18 G、18 H) を周方向に沿って  $90^\circ$  間隔で溝 15 内に配置し、且つ隣り合う磁極が互いに異極となるようにしている。

ここで、永久磁石ユニット 18 A と 18 E との対、永久磁石ユニット 18 B と 18 F との対、永久磁石ユニット 18 C と 18 G との対、永久磁石ユニット 18 D と 18 H との対を、図 3 における永久磁石ユニット 18 A、18 B、

18C、18Dとに対応させると、図8～図10と同様に、ロータに関し、90°毎に、励磁電流の非供給期間、供給期間、非供給期間等を設定することになる。もちろん、上述した電磁石ユニットの対を設定しない場合は、図8～図10と異なる、ロータに関し、90°毎に、励磁電流の非供給期間、供給期間、非供給期間等を設定することになる。

次に、図1と異なる本発明に係るアキシシャルギャップ電動機の実施形態を、図1と同一部分には同一符号を付した図15及び図16を参照して説明する。

図15に示すように、本実施形態のアキシシャルギャップ電動機は、ベース10を有する。ベース10は、第1壁板10Aと、この第1壁板10Aに離間し且つ向かい合う第2壁板10Bと、第1壁板10A及び第2壁板10B夫々の一端部を連結する底板10Cとからなる。

このベース10は、鋳物による一体物又は、板状の第1壁板10A、第2壁板10B及び底板10Cを夫々製作し、溶接又はネジにより三者を組み立てることにより、製作され得る。

ベース10の第1壁板10A及び第2壁板10B夫々の他端部には、ベアリング11A、11Bの静止部が固定されている。

ステータフレーム12'は、図16に示すように、中心にシャフト14を通す穴16と、4つの電磁石ユニット101を組み込む4つの穴16Aを有する。この4つの穴16Aは、ステータフレーム12'上に、ラジアル方向に一

段で、周方向に $90^{\circ}$ 間隔で形成されている。ステータフレーム12'は、鋳物による一体物又は板材の加工等により製作され得る。なお、ステータフレーム12'は、ロータフレーム13とロータフレーム13'との間に位置することになる。

電磁石ユニット101は、図17Bに示すものを採用することができ、I字形状コア111にコイル120を巻装したものであり、I字形状コア111の両端を磁極として用いている。

第1壁板10Aに設けたベアリング11Aの回転部と、第2壁板10Bに設けたベアリング11Bの回転部とには、シャフト14が挿通されている。

シャフト14のアキシャル方向300であって、ステータフレーム12'を中間にして、図4に示すロータフレーム13と、該ロータフレーム13と同様のロータフレーム13'が嵌入されている。また、ロータフレーム13、13'とシャフト14とには、ピン20、20'が嵌め込まれ、ロータフレーム13、13'をシャフト14に固定している。

これにより、ステータフレーム12に対向するようにアキシャルギャップを介してロータフレーム13、13'が設けられた構造となっている。

このシャフト14の一端部は、図1と同様に電動機の出力軸であり、他端部にはセンサユニットであるロータリエンコーダ17が設けられている。

ロータリエンコーダ 17 は、ロータフレーム 13 の永久磁石ユニット 18 及びロータフレーム 13' の永久磁石ユニットと、電磁石ユニット 19 との相対位置を検出することができ、具体的には、ロータフレーム 13, 13' の回転位置、ひいてはロータフレーム 13, 13' に設けられた永久磁石ユニット 18 の磁極の相対位置を検出する。

なお、本例におけるロータフレーム 13, 13' に設けられる永久磁石ユニット 18 は、周方向 302 及びラジアル方向 301 に沿って配置され且つ隣り合う磁極が互いに異極となるようにロータフレーム 13, 13' に配置されている。

また、ロータフレーム 13, 13' には、フライホイール 21, 21' が取り付けられている。このフライホイール 21, 21' は、円滑な回転に寄与する機能を有するものであり、必要に応じて設置することができる。もともと、極数が小さい場合は円滑な回転を得るために、設置することが好ましい。

電磁石ユニット 19 の磁場中心線 200 と永久磁石ユニット 18 の磁場中心線 201 とは、角度  $\theta$  で交差している。

この例の場合、電磁石ユニット 19 の磁場中心線は、シャフト 14 のアキシャル方向に一致している。なお、 $\theta$  は、永久磁石ユニット 18 の磁場と電磁石ユニット 19 の磁場とが効果的に反発し合う位置であり、発明者らは、 $\theta$  を例えば  $50^\circ$  としている。これについては図 1 の例と同様である。

以上の通り、本実施形態ではロータ側磁極とステータ側の磁極とが非対向であり、また一つのステータを中間に置いて2つのロータが対向配置されることになり、ステータの電磁石ユニット19と2つのロータの永久磁石とにより、効率的に電磁力がロータに作用させることができ、高効率の電動機とすることが可能となる。

次に、図17A～図17E及び図18A及び図18Bを参照して上述した例で用いることができる電磁石ユニットについて詳細に説明する。

図17Aに示す電磁石ユニット100は、I字形状コア110にコイル120を巻装したものであり、I字形状コア110の一端を磁極として用いている。この電磁石ユニット100は、図1の構成に適用できる。

図17Bに示す電磁石ユニット101は、I字形状コア111にコイル120を巻装したものであり、I字形状コア111の両端を磁極として用いている。この電磁石ユニット101は、図15の構成に適用できる。

図17Cに示す電磁石ユニット102は、2つのI字形状コア110にコイル120を巻装したものであり、2つのI字形状コア110夫々の一端を磁極として用い且つ両磁極が反対向きとなるようにしている。

図17Dに示す電磁石ユニット103は、2つのI字形状コア110にコイル120を巻装したものであり、2つのI字形状コア110夫々の一端を磁極として用い且つ両磁極が同じ向きとなるようにしている。

図 1 7 E に示す電磁石ユニット 1 0 4 は、2 つの I 字形状コア 1 1 1 にコイル 1 2 0 を巻装したものであり、2 つの I 字形状コア 1 1 1 夫々の両端を磁極として用いている。

図 1 8 A に示す電磁石ユニット 1 0 5 は、U 字形状コア 1 1 2 にコイル 1 2 0 を巻装し、U 字形状コア 1 1 2 の両端を磁極として用いている。

図 1 8 B に示す電磁石ユニット 1 0 6 は、2 つの U 字形状コア 1 1 2 にコイル 1 2 0 を巻装し、2 つの U 字形状コア 1 1 2 夫々の両端を磁極として用いている。

図 1 9 は、図 1 のシャフト 1 4 の出力軸に、変速機 2 4 を設けて、シャフト 1 4 の出力よりもトルク上昇を図った出力を得るようにしたものである。

このような構成の本実施形態のアキシアルギャップ電動機によれば、ロータフレーム 1 3 の回転と、変速機 2 4 の出力軸 2 4 A の回転とによる 2 系統の回転を得ることができる。

この場合、例えば、ロータフレーム 1 3 の外側にフィンを設けると、ロータフレーム 1 3 による高速、低トルクのファン機構と、変速機 2 4 の出力軸 2 4 A による低速、高トルクの回転機構とを得ることができる。

以上の構成では、ステータ側の電磁石ユニット 1 9 の磁極中心を通る磁場中心線と、ロータ側の永久磁石ユニット 1 8 の磁極中心を通る磁場中心線とが例えば 5 0 度で交差しており、より具体的には、ステータ側の電磁石ユニット 1 9 の磁極中心を通る磁場中心線は、シャフト 1 4 のアキ

シヤル方向に沿っている。

次に、図 20 を参照して、ロータ側の永久磁石ユニット 18 の磁極中心を通る磁場中心線が、シヤフト 14 のアキシヤル方向に沿っている例を説明する。

図 20 に示すように、ロータフレーム 13 に溝 15' が形成され、該溝 15' に永久磁石ユニット 18 が組み込まれている。この永久磁石ユニット 18 の磁極中心を通る磁場中心線 201 は、シヤフト 14 のアキシヤル方向に沿っている。

ステータ側の電磁石ユニット 19 の磁極中心を通る磁場中心線 200 が、永久磁石ユニット 18 磁極中心を通る磁場中心線 201 に例えば 50 度で交差するように、電磁石ユニット 19 をステータフレームに取り付ける構成としている。

このような構成は、図 1 ～図 19 に示した電動機の構成に適用することができ、図 1 ～図 19 に示した電動機と同様の作用効果を発揮するものとなる。

なお、本願発明は、上記図示し且つ説明した実施形態に限定されるものでなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。

また、ロータ側の永久磁石ユニットに関し、周方向及びラジアル方向の極数及び極配列は、ステータ側の極数等を考慮して適宜選定できる。

同様に、ステータ側の電磁石ユニットに関し、周方向及びラジアル方向の極数及び極配列は、ロータ側の極数等を

考慮して適宜選定できる。

また、永久磁石ユニット及び電磁石ユニットは、各種の形態及び形状を採用することができ、コイルの結線形態も本発明の電磁反発力及び吸引力が機能するように適宜選定できるものである。

さらに、上記図示し且つ説明した実施形態は可能な限り適宜組み合わせて実施してもよく、その場合、組み合わせられた効果が得られる。

さらに、上記各実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。

例えば実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が省略されることで発明が抽出された場合には、その抽出された発明を実施する場合には省略部分が周知慣用技術で適宜補われるものである。

#### 産業上の利用の可能性

以上述べたように、本発明は、ステータフレームと、

このステータフレームに配置された複数の電磁石ユニットと、

前記ステータフレームと所定の距離を存して設けられたロータフレームと、

このロータフレームに設けられるものであって、前記電磁石ユニットと所定のアキシアルギャップを介して対向し、且つ、ラジアル方向に見たとき、前記電磁石ユニットの磁場中心線と所定角度で交差する磁場中心線を有する複数の

永久磁石ユニットと、

前記電磁石ユニットと前記永久磁石ユニットとの相対位置を検出するセンサユニットと、

このセンサユニットの出力に基づき、前記電磁石ユニットの磁極と前記永久磁石ユニットの磁極とが略対向する位置から前記永久磁石ユニットが所定角度に至ったことを検出し、該検出角度から所定角度だけ、前記電磁石ユニットの磁極と前記永久磁石ユニットの磁極とが電磁反発するように前記電磁石ユニットに励磁電流を供給する駆動ユニットと

を具備するアキシアルギャップ電動機である。

このように構成したことにより、電磁石ユニットの磁場中心線と永久磁石ユニットの磁場中心線とが所定角度で交差するように、電磁石ユニット及び永久磁石ユニットを配置して、電磁石ユニットの磁極と永久磁石ユニットの磁極とが略対向する位置から前記永久磁石ユニットが所定角度に至り、該角度から所定角度だけ電磁石ユニットの磁極と永久磁石ユニットの磁極とが電磁反発するように電磁石ユニットに励磁電流を供給するようになる。

よって、本発明によれば、少ない電流で永久磁石ユニット及びロータフレームを回転させることが可能となり、省エネルギーの観点から優れた特性を有するアキシアルギャップ電動機を提供することができるものである。

## 請 求 の 範 囲

1. ステータフレームと、

このステータフレームに配置された複数の電磁石ユニットと、

前記ステータフレームと所定の距離を存して設けられたロータフレームと、

このロータフレームに設けられるものであって、前記電磁石ユニットと所定のアキシアルギャップを介して対向し、且つ、ラジアル方向に見たとき、前記電磁石ユニットの磁場中心線と所定角度で交差する磁場中心線を有する複数の永久磁石ユニットと、

前記電磁石ユニットと前記永久磁石ユニットとの相対位置を検出するセンサユニットと、

このセンサユニットの出力に基づき、前記電磁石ユニットの磁極と前記永久磁石ユニットの磁極とが略対向する位置から前記永久磁石ユニットが所定角度に至ったことを検出し、該検出角度から所定角度だけ、前記電磁石ユニットの磁極と前記永久磁石ユニットの磁極とが電磁反発するように前記電磁石ユニットに励磁電流を供給する駆動ユニットと

を具備するアキシアルギャップ電動機。

2. 前記駆動ユニットは、 $\theta 11 + \theta 12 + \theta 13 = 360^\circ$  / ロータ極数としたとき、前記  $\theta 11$  は前記電磁石ユニットと前記永久磁石ユニットとが接近した状態における前記励磁電流の非供給期間、前記  $\theta 12$  は前記励磁電流

の供給期間であって、前記電磁石ユニットの磁場と前記永久磁石ユニットの磁場とが反発するように設定されている、前記  $\theta 13$  は前記励磁電流の非供給期間となるように、前記検出ユニットの出力に基づき前記電磁石ユニットに励磁電流を供給する手段を具備する請求項 1 記載のアキシシャルギャップ電動機。

3. 前記駆動ユニットは、 $\theta 21 + \theta 22 + \theta 23 + \theta 24 = 360^\circ$  / ロータ極数としたとき、前記  $\theta 21$  は前記電磁石ユニットと前記永久磁石ユニットとが接近した状態における前記励磁電流の非供給期間、前記  $\theta 22$  は前記励磁電流の供給期間であって電磁反発する期間、前記  $\theta 23$  は前記励磁電流の非供給期間、前記  $\theta 24$  は前記励磁電流の供給期間であって電磁吸引する期間となるように、前記検出ユニットの出力に基づき前記電磁石ユニットに励磁電流を供給する手段を具備する請求項 1 記載のアキシシャルギャップ電動機。

4. 前記複数の電磁石ユニット夫々は磁極面を有し、該磁極面はアキシシャル方向を向くように設定される請求項 1 記載のアキシシャルギャップ電動機。

5. 前記複数の電磁石ユニット夫々は、周方向に沿って、等間隔、非等間隔又は等間隔と非等間隔とを組み合わせさせてステータフレームに配置される請求項 1 記載のアキシシャルギャップ電動機。

6. 前記複数の電磁石ユニット夫々は、ラジアル方向に沿って、1 段又は 2 段以上にステータフレームに配置

される請求項 1 記載のアキシャルギャップ電動機。

7. 前記複数の電磁石ユニット夫々は、I 字形状コア及び U 字形状コアのうち少なくとも一方と、該コアに巻かれるコイルとを具備する請求項 1 記載のアキシャルギャップ電動機。

8. 前記ロータフレームは、前記ステータフレームに臨む壁面と、該壁面のラジアル方向に沿って形成され且つ前記永久磁石ユニットを配置する複数の溝とを有する請求項 1 記載のアキシャルギャップ電動機。

9. 前記複数の永久磁石ユニット夫々は磁極面を有し、該磁極面はアキシャル方向を向くように設定される請求項 1 記載のアキシャルギャップ電動機。

10. 前記複数の永久磁石ユニット夫々は、周方向に沿って配置され且つ隣り合う磁極が、互いに同極、異極又は同極と異極との組合せとなるように且つ等間隔、非等間隔又は等間隔と非等間隔とを組み合わせるロータフレームに配置される請求項 1 記載のアキシャルギャップ電動機。

11. 前記複数の永久磁石ユニット夫々は、周方向に沿って配置され且つ隣り合う磁極が、互いに同極、異極又は同極と異極との組合せとなるように且つ 1 段又は 2 段以上にてロータフレームに配置される請求項 1 記載のアキシャルギャップ電動機。

12. 更に、前記ステータフレームにおける前記ロータフレームと反対側に、所定の距離を存して設けられる別のロータフレームと、該ロータフレームに前記永久磁石ユ

ニットと所定のアキシアルギャップを介して設けられる複数の電磁石ユニットとを具備する請求項 1 記載のアキシアルギャップ電動機。

13. 更に、前記ロータフレームに連結されるシャフトと、

このシャフトを支持するベアリングと、

このベアリングが設けられるベースとを具備する請求項 1 記載のアキシアルギャップ電動機。

14. 更に、前記ロータフレームに配置されるフライホイールを具備する請求項 1 又は 12 記載のアキシアルギャップ電動機。

15. 更に、前記ロータフレームと前記シャフトとを一体及び分離する機構を具備する請求項 1 又は 12 記載のアキシアルギャップ電動機。

16. 更に、前記シャフトの回転を変速する変速ギヤを具備する請求項 14 記載のアキシアルギャップ電動機。

## 要 約 書

アキシシャルギャップ電動機は、ベース（１０）と、シャフト（１４）と、ステータフレーム（１２）と、複数の電磁石ユニット（１９）と、ベアリング（１１Ａ，１１Ｂ）と、ステータフレーム（１２）に所定の距離を存するロータフレーム（１３）と、前記電磁石ユニット（１９）と所定のアキシシャルギャップを介して対向する複数の永久磁石ユニット（１８）と、ロータリエンコーダ（１７）と、このロータリエンコーダ（１７）の出力に基づき電磁石ユニット（１９）の磁極と永久磁石ユニット（１８）の磁極とが略対向する位置から永久磁石ユニット（１８）が所定角度に至ったことを検出し、該検出角度から例えば２０°だけ、電磁石ユニット（１９）の磁極と永久磁石ユニット（１８）の磁極とが電磁反発するように電磁石ユニット（１９）に励磁電流を供給する駆動ユニット（２２）とを具備し、電磁石ユニット（１９）の磁極中心を通る磁場中心線と、永久磁石ユニット（１８）の磁極中心を通る磁場中心線とが所定角度で交差している。

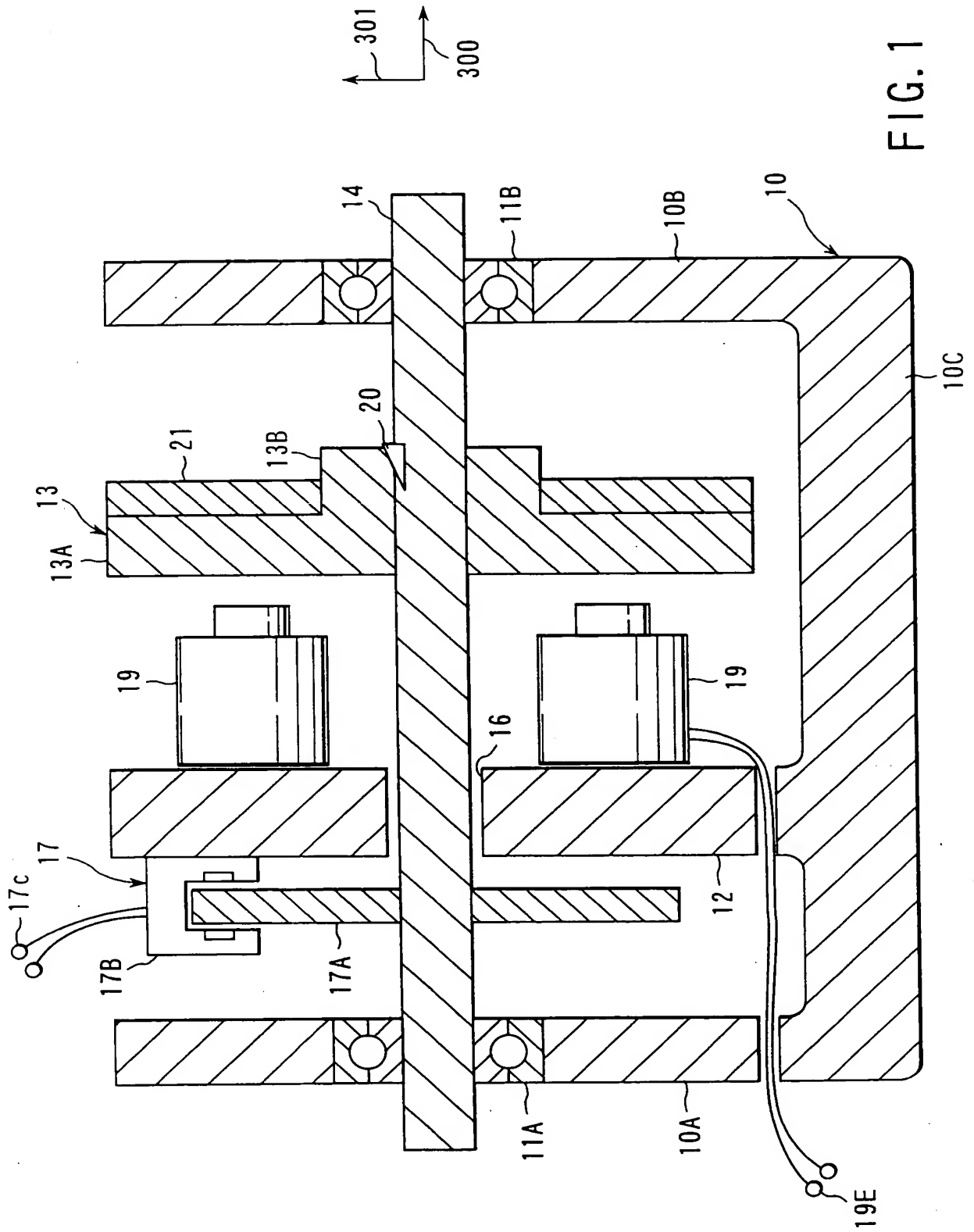
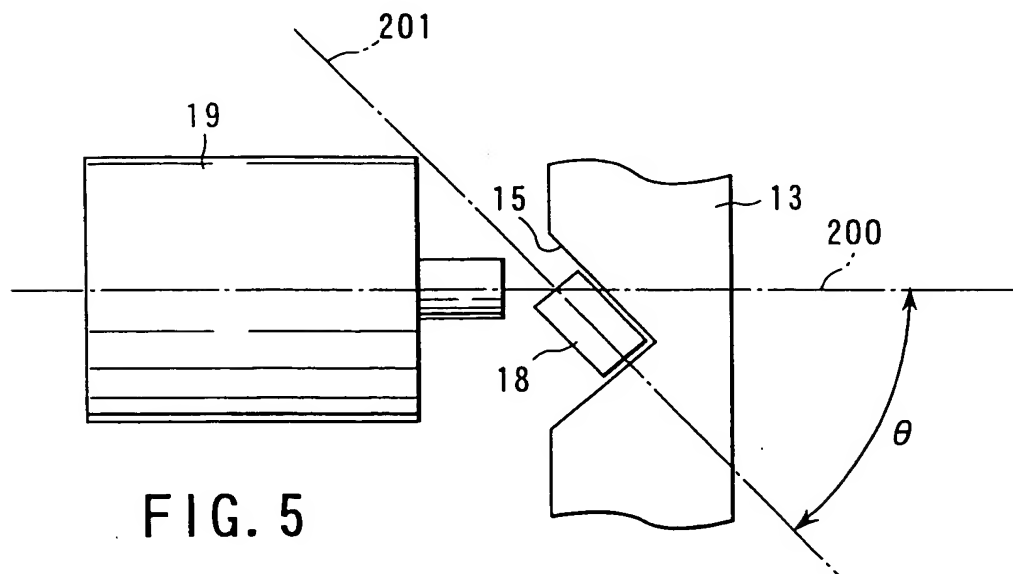
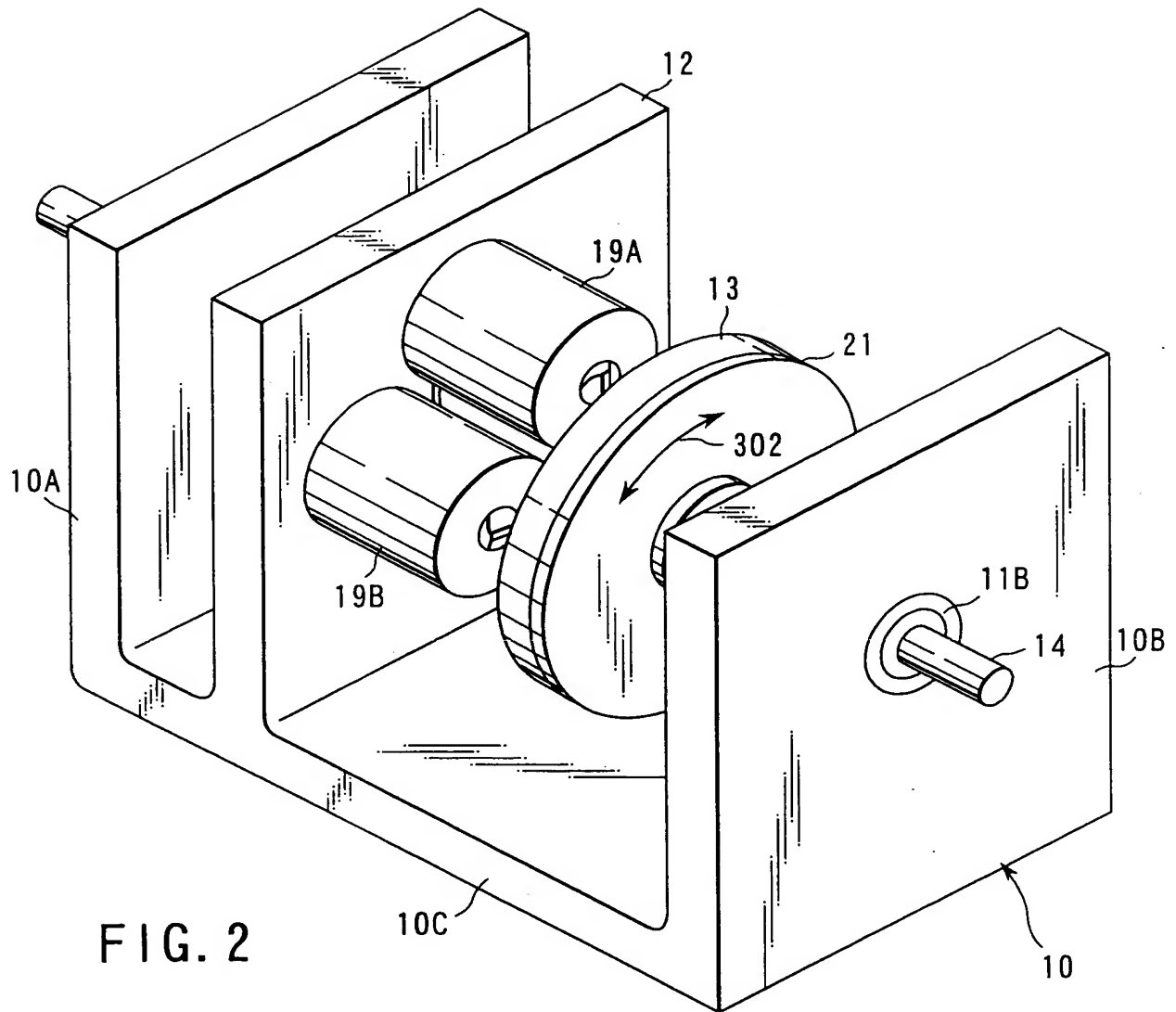


FIG. 1



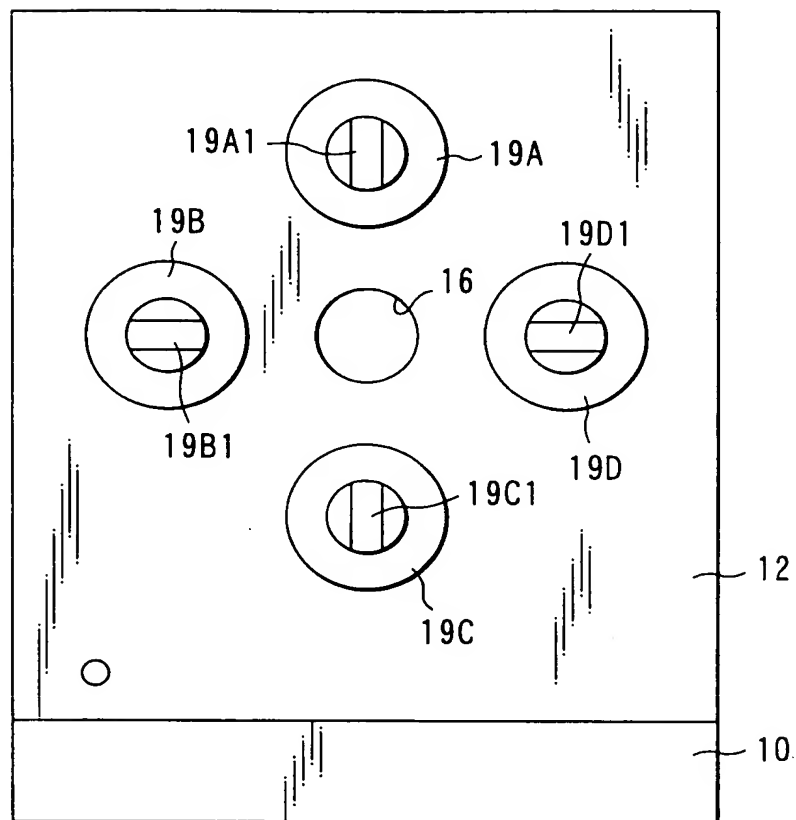


FIG. 3

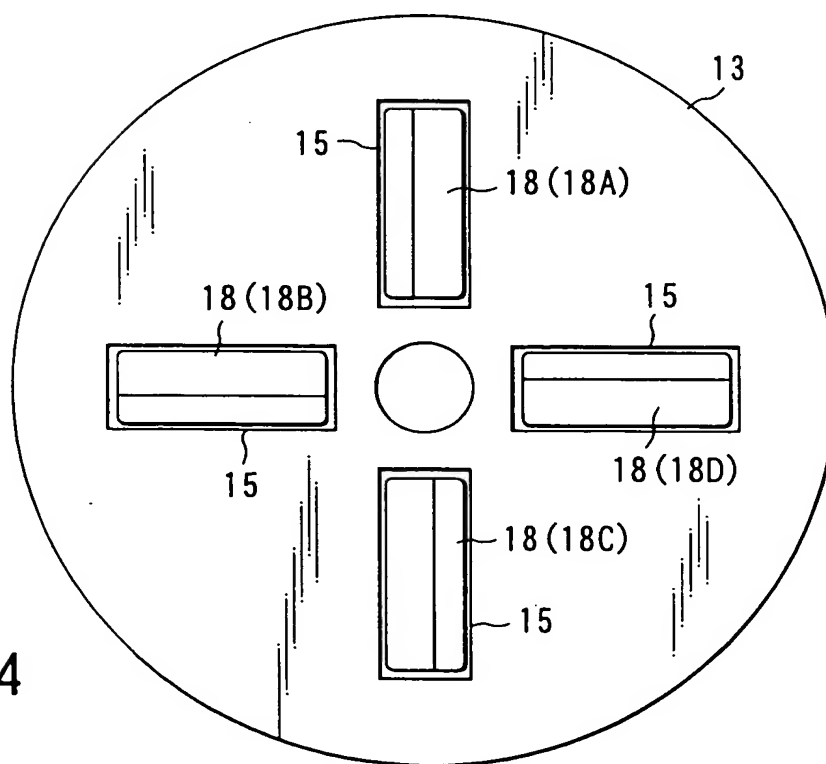


FIG. 4

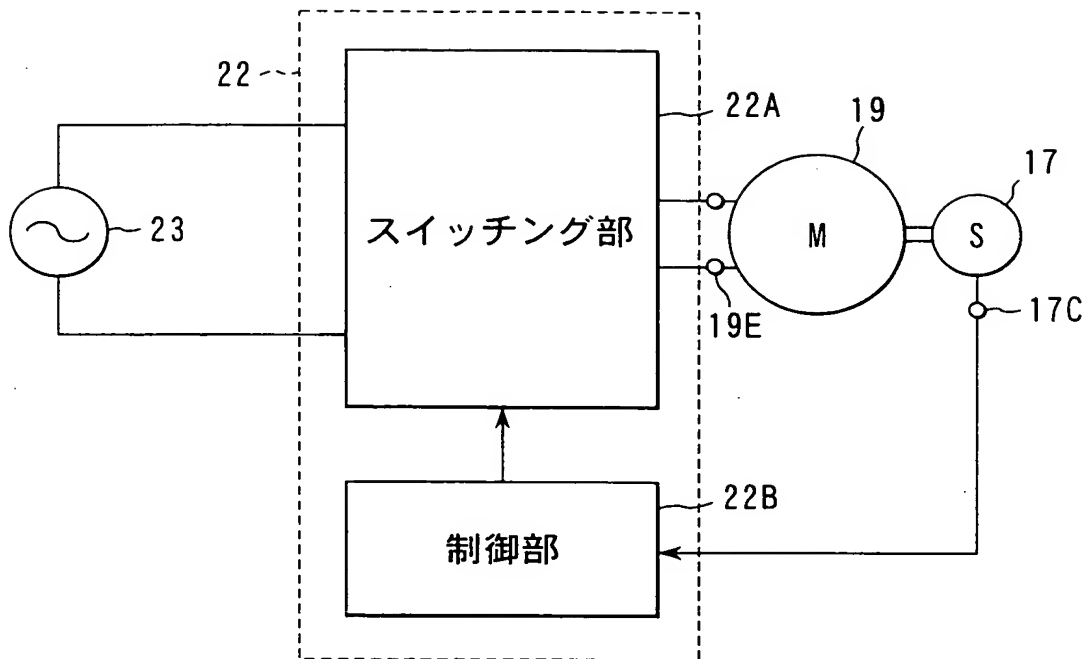


FIG. 6

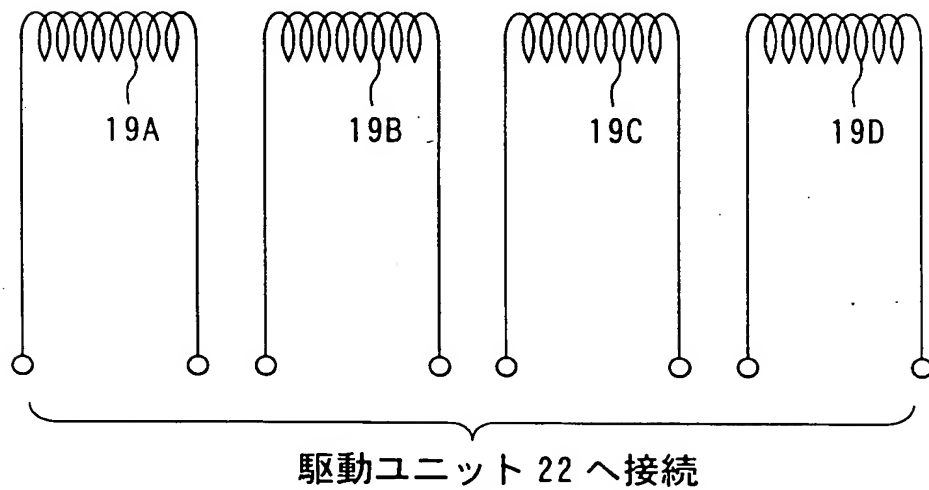
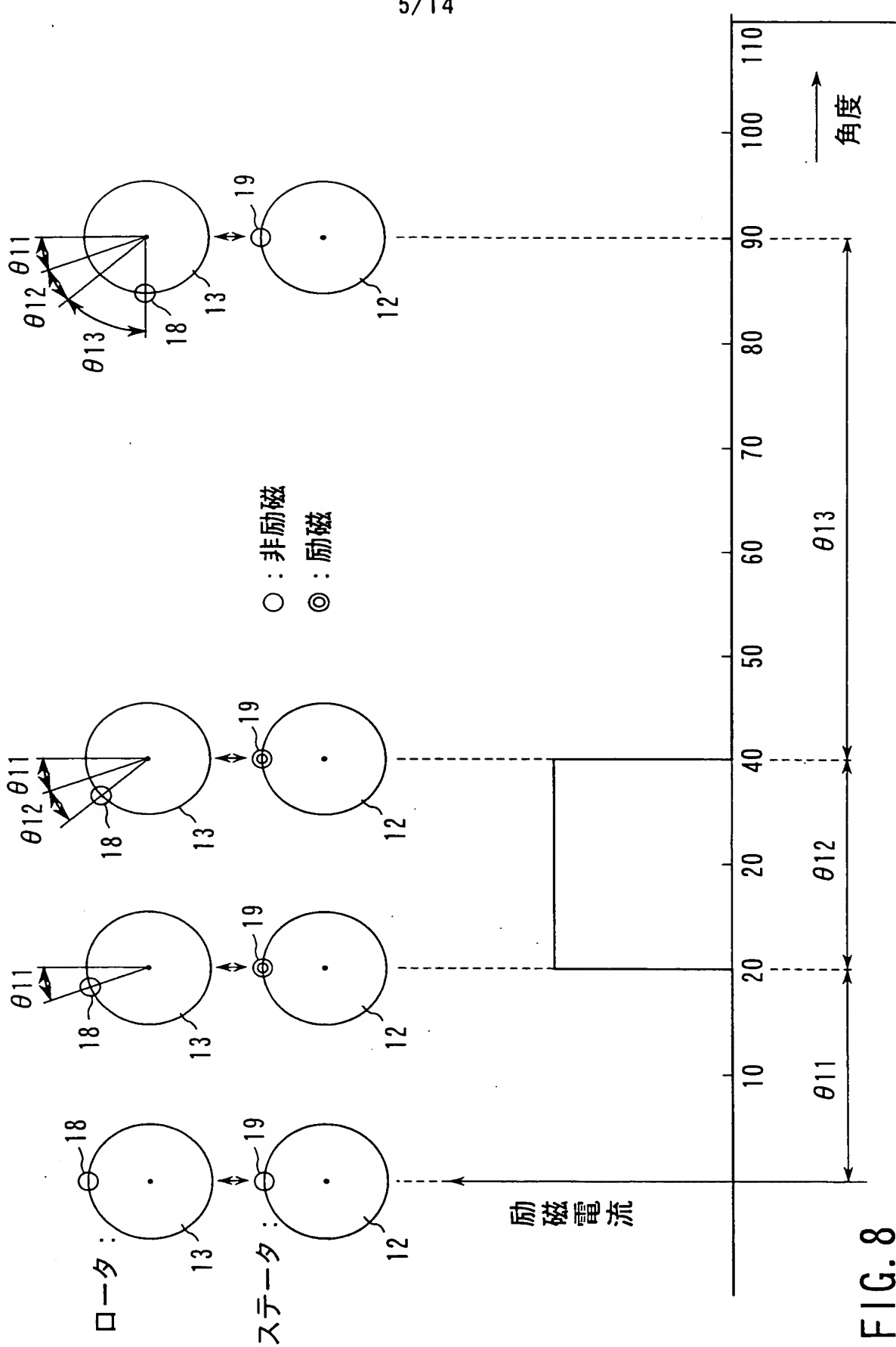


FIG. 7



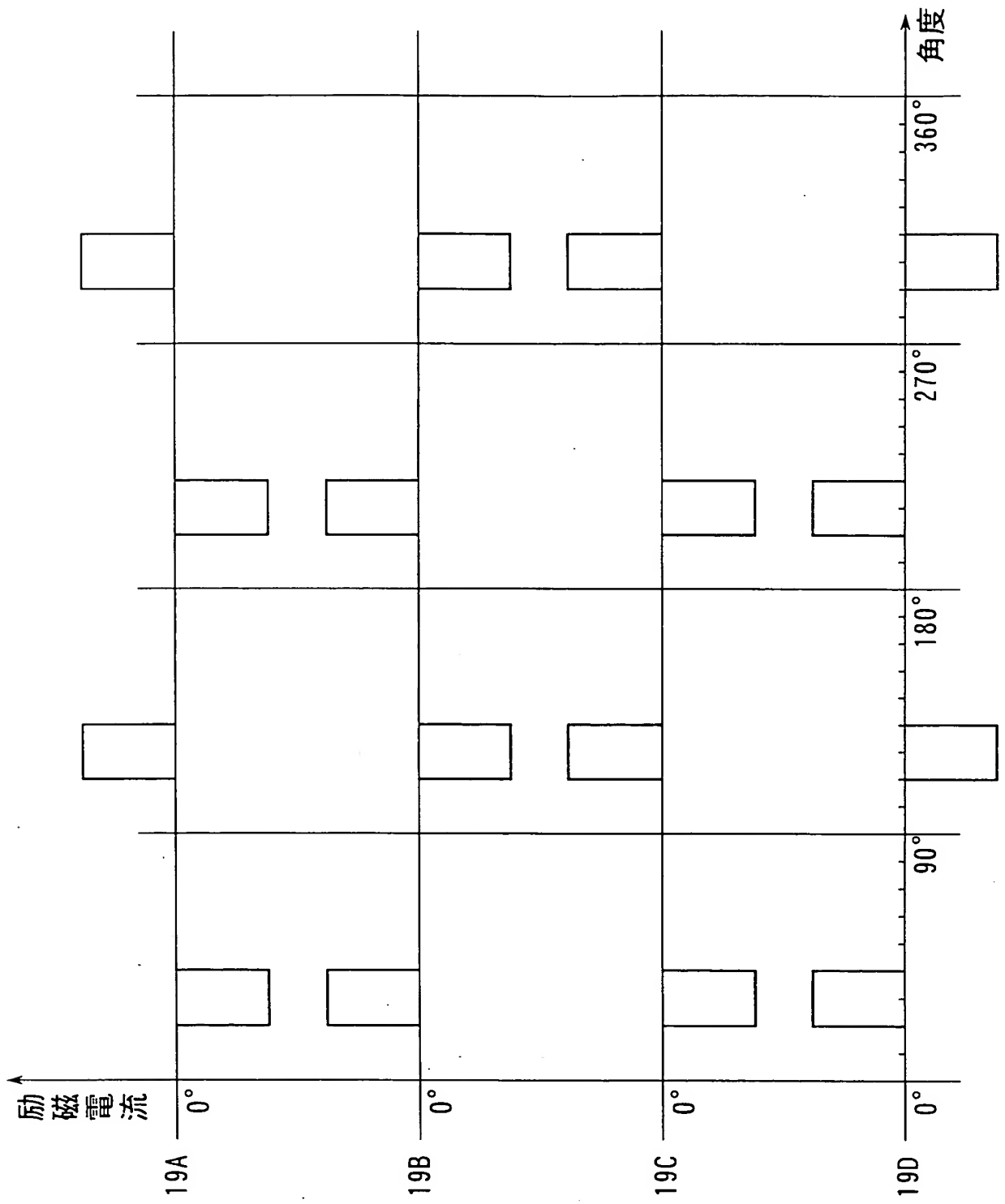


FIG. 9

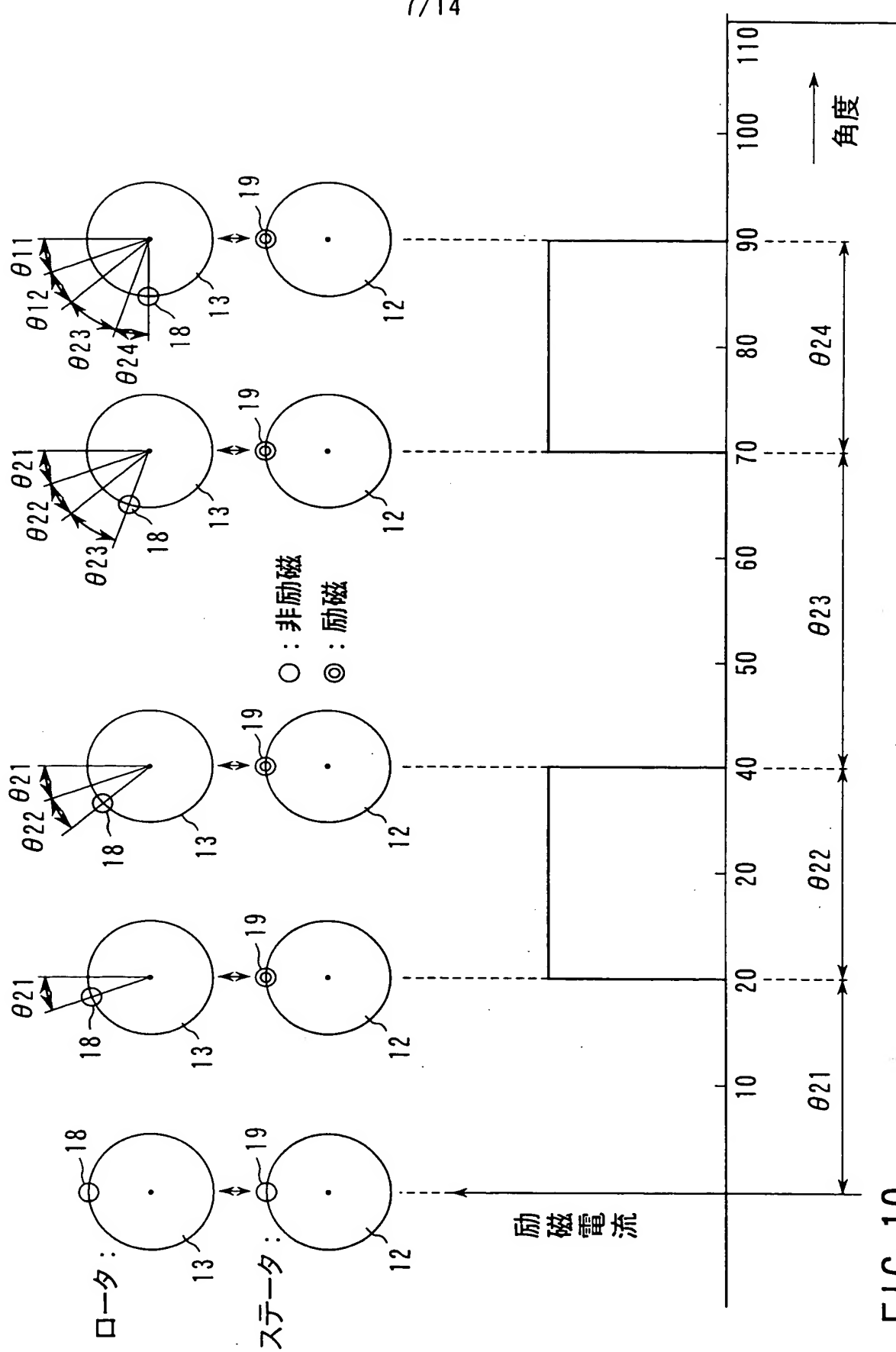


FIG. 10

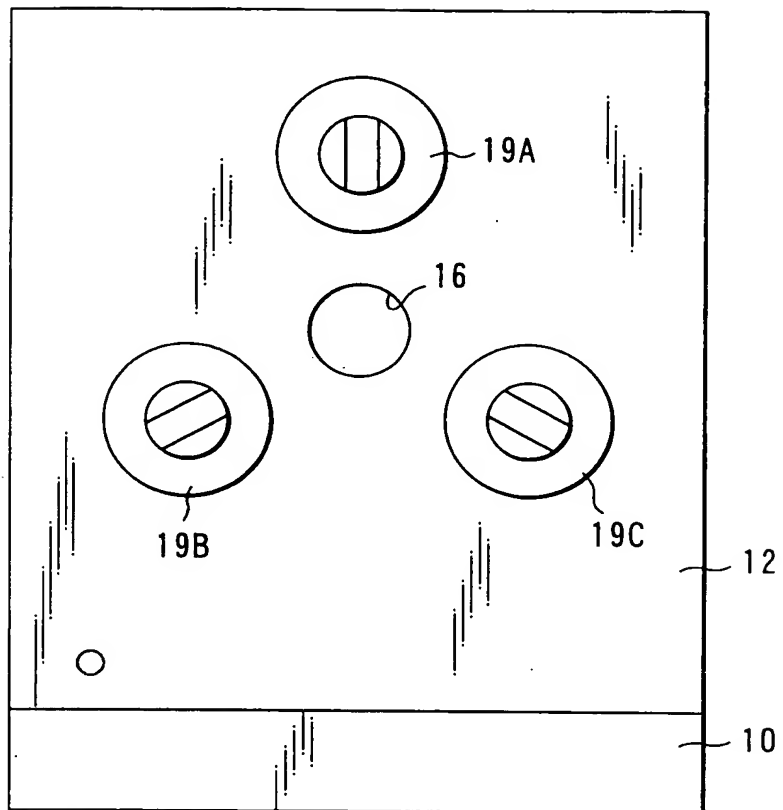


FIG. 11

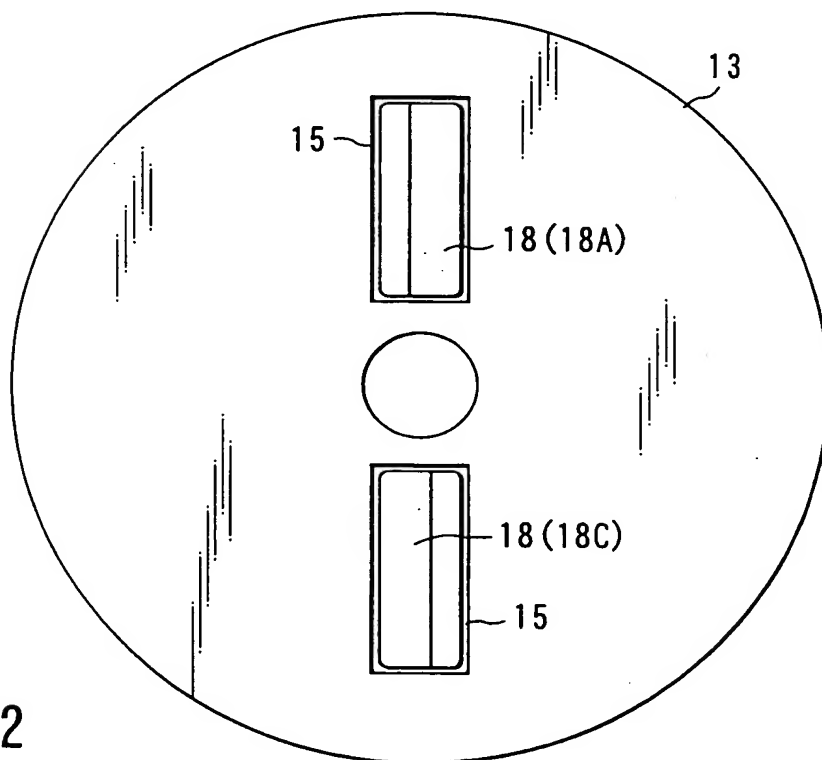


FIG. 12

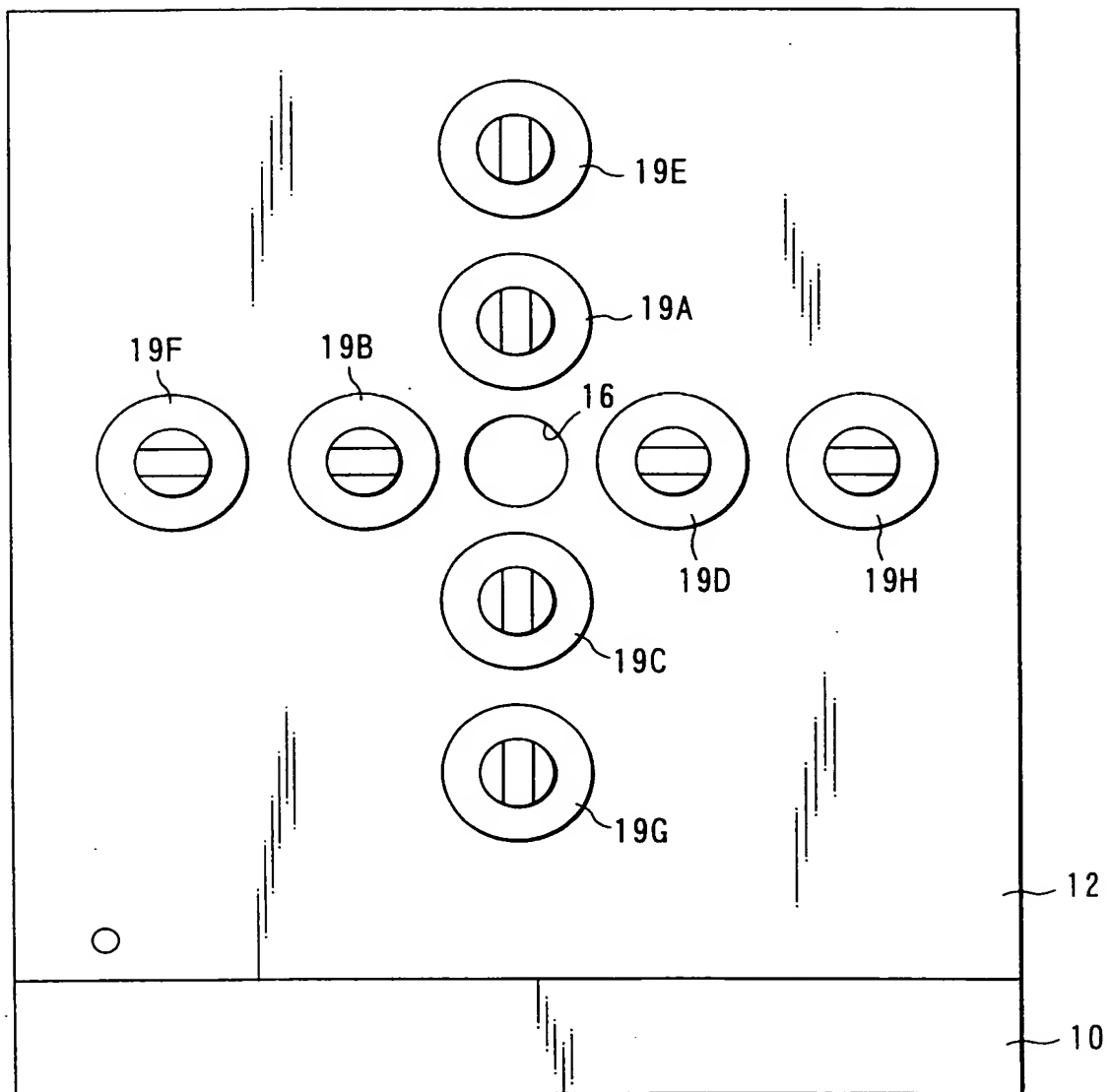


FIG. 13

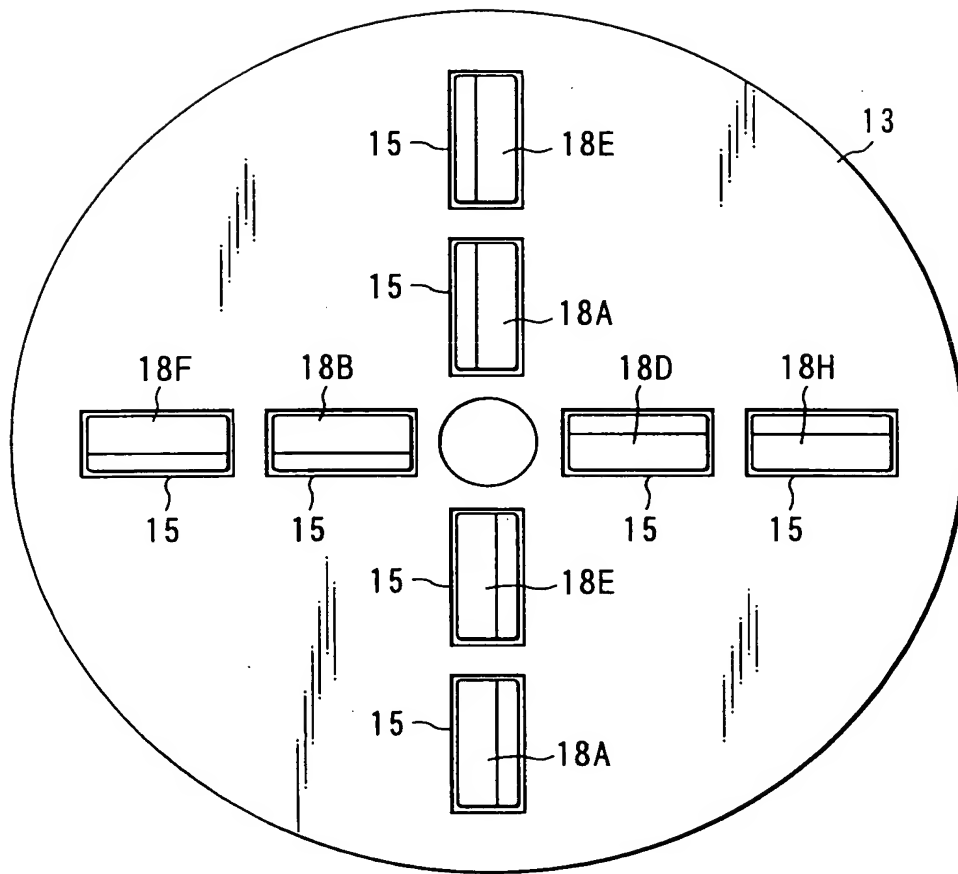


FIG. 14

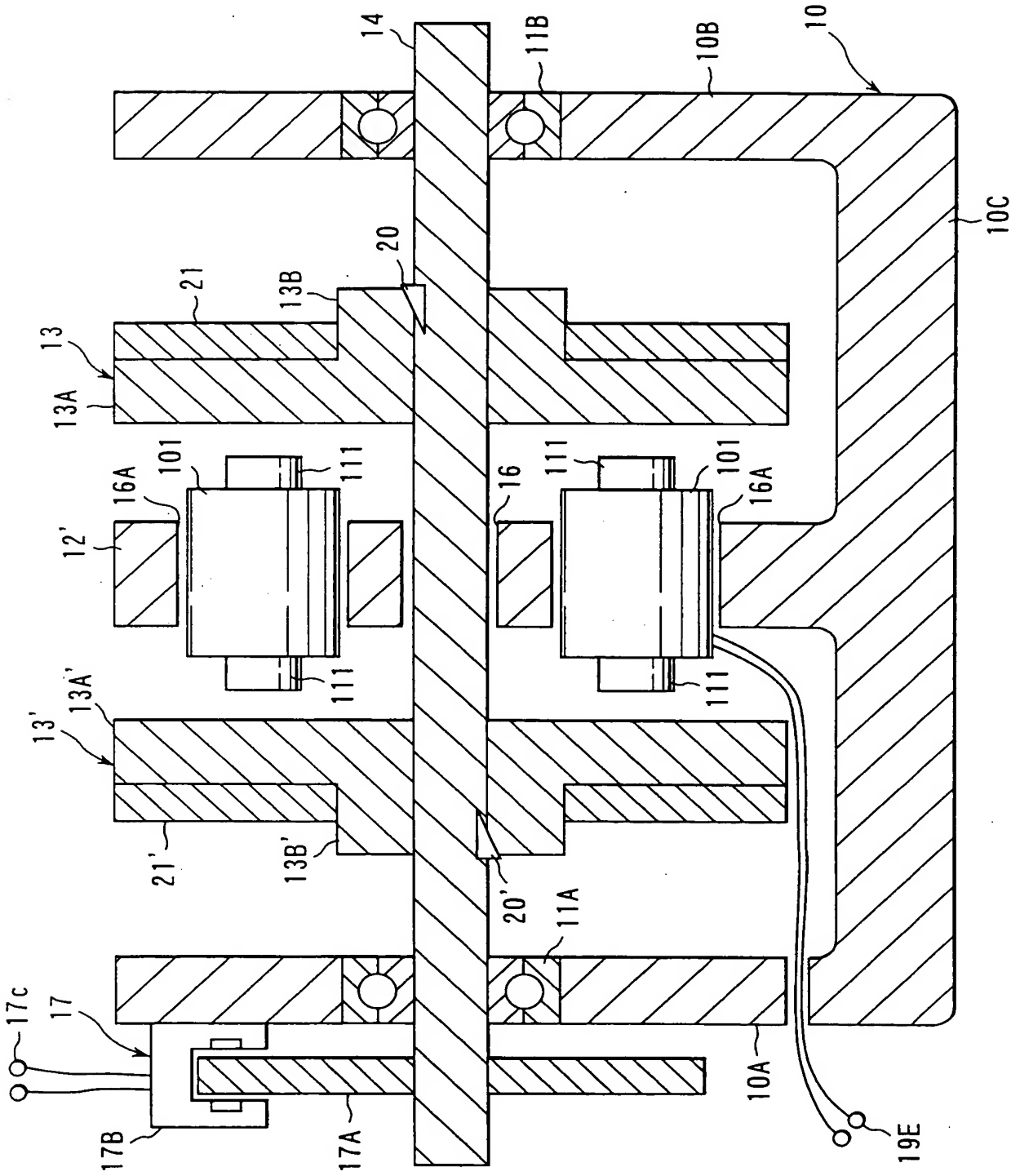


FIG. 15

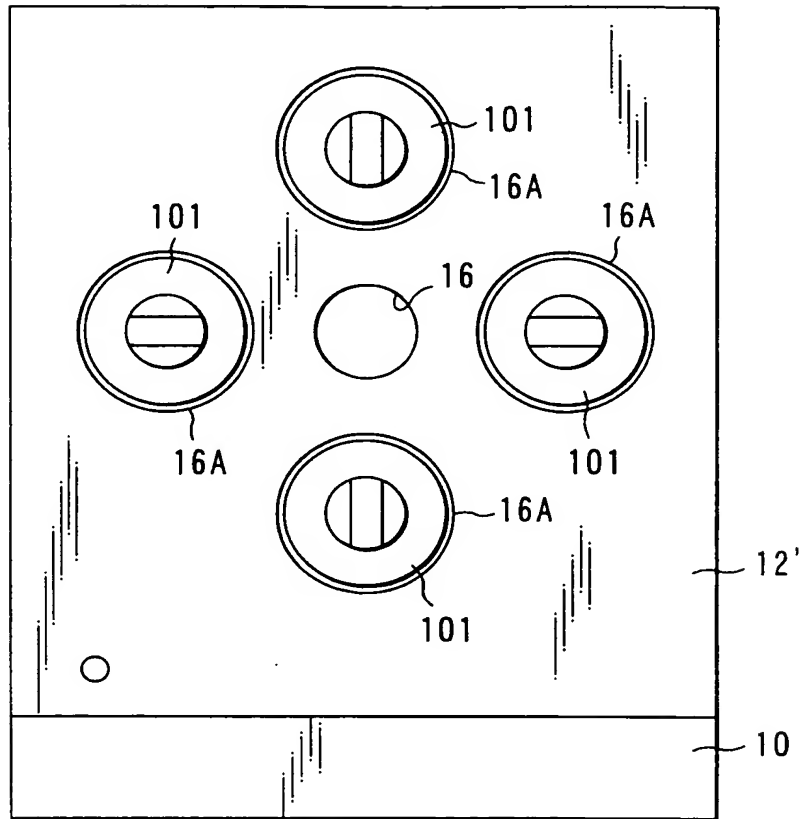


FIG. 16

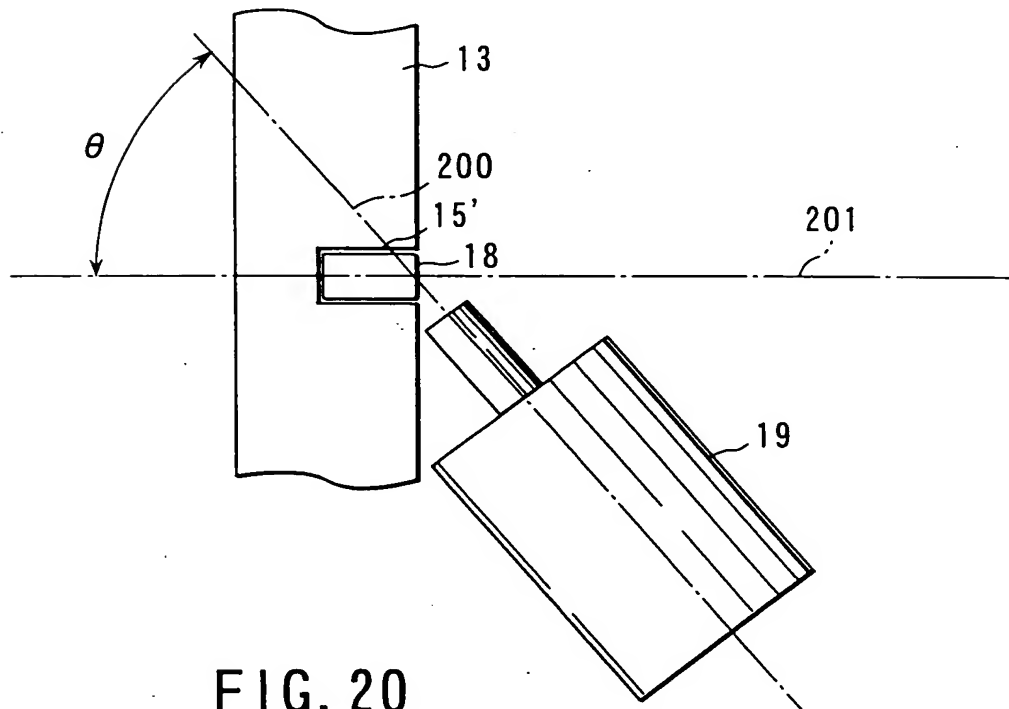


FIG. 20

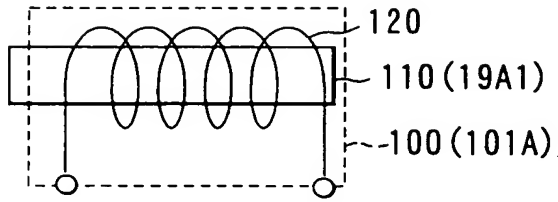


FIG. 17A

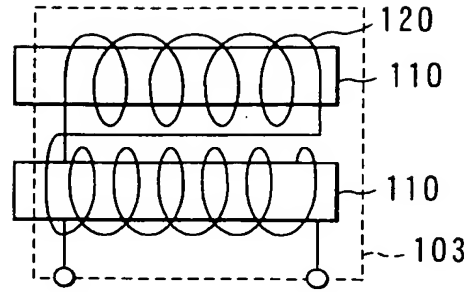


FIG. 17D

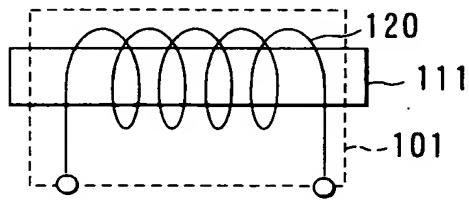


FIG. 17B

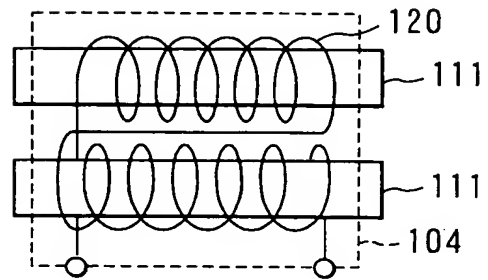


FIG. 17E

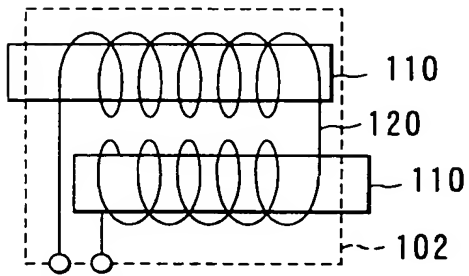


FIG. 17C

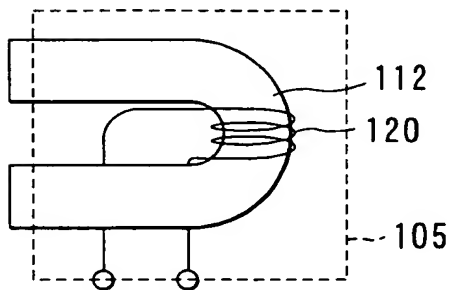


FIG. 18A

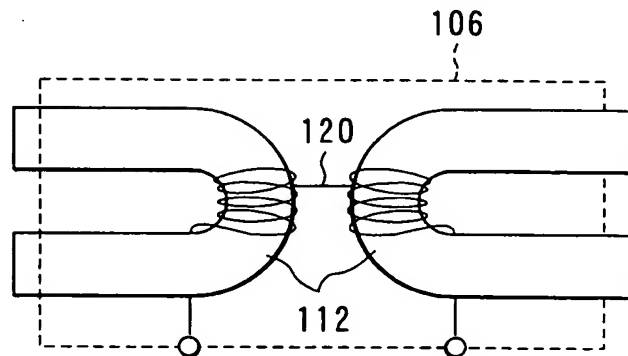


FIG. 18B

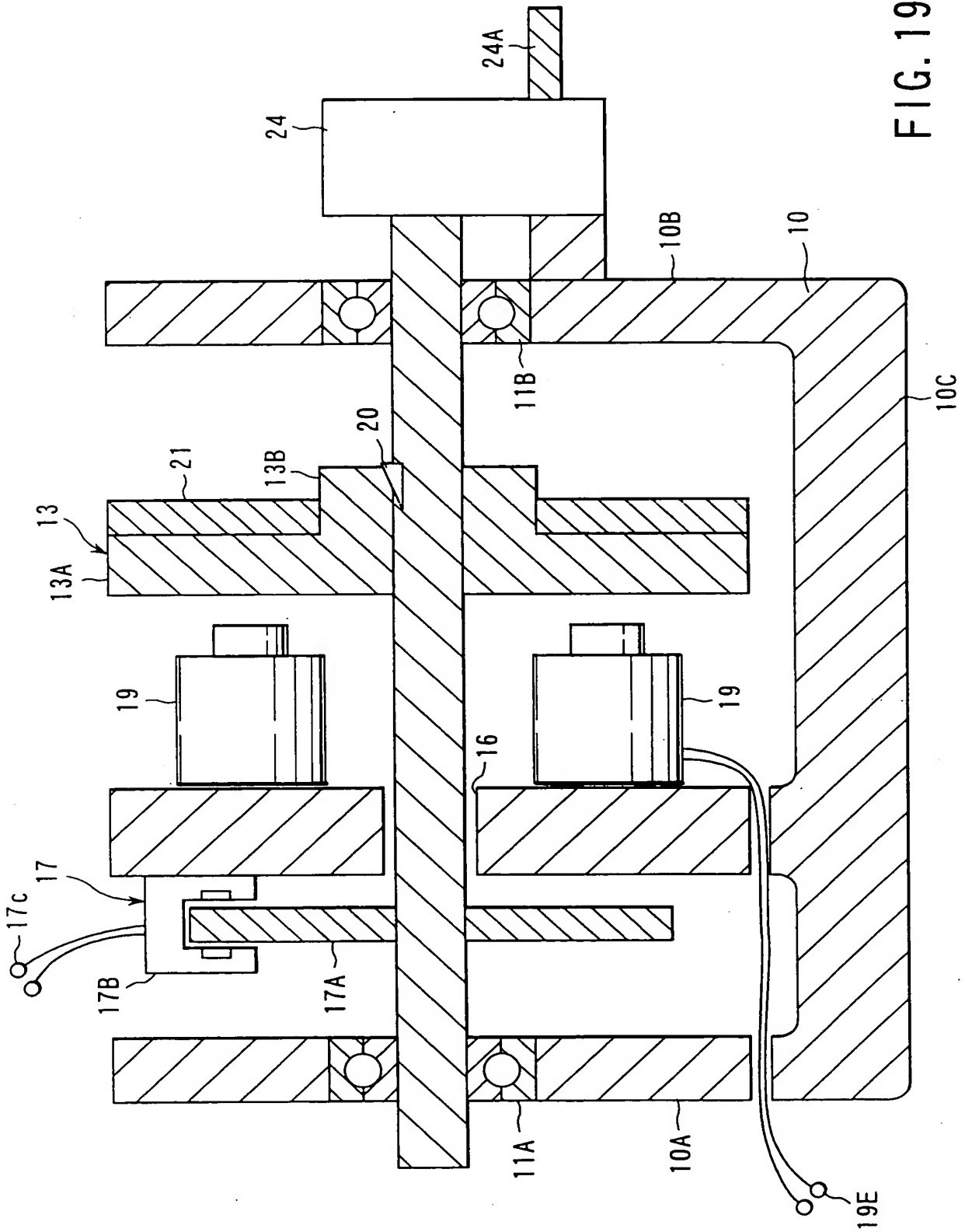


FIG. 19